CHINA RAILWAY DESIGN CORPORATION
КОСТЕ РАЦИНА 16б, 11000 БЕОГРАД
САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП д.о.о.
11000 БЕОГРАД, НЕМАЊИНА 6/IV
тел: 011/3618-134, факс: 011/3618-324,
web site: www.sicip.co.rs

2/1.1.5.1 НАСЛОВНА СТРАНА

2/1. ПРОЈЕКАТ КОНСТРУКЦИЈА

Инвеститор:	„Инфраструктура Железнице Србије“ а.д. Немањина 6/4, Београд
Наручилац:	Конзорцијум фирми: China Railway International Corporation Ltd. China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
Објекат:	Пруга Београд - Суботица државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА),** у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци
Врста техничке документације:	**ПГД-** Пројекат за грађевинску дозволу
Назив и ознака дела пројекта:	**ПРОЈЕКАТ КОНСТРУКЦИЈА -** **2/1.1.5 Пројекат моста на км 0+796,33**
За грађење / извођење радова:	Нова градња
Пројектант:	China Railway Design Corporation Serbia Ogranak Beograd Косте Рацина 16б 11000 Београд, Србија
Одговорно лице пројектанта:	Генерални директор: 耿欣 (Генг Ксин)
Потпис:	XIN GENG Digitally signed by XIN GENG Date: 2021.08.03 09:45:36 +02'00'
Одговорни пројектант:	Зоран Луковић, дипл. грађ. инж. Лиценца број: 310 3032 03
Потпис:	ЗОРАН ЛУКОВИЋ 011041396 Sign Digitally signed by ЗОРАН ЛУКОВИЋ 011041396 Sign Date: 2021.08.01 14:00:50 +02'00'
Број дела пројекта:	2020-001-ГС-2/1.1.5
Место и датум:	Београд, април 2021.год.

CeS.TRA

ТЕХНИЧКА КОНТРОЛА ПРОЈЕКТА ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ

2/1-1.5 ПРОЈЕКАТ МОСТА НА km 0+796.33

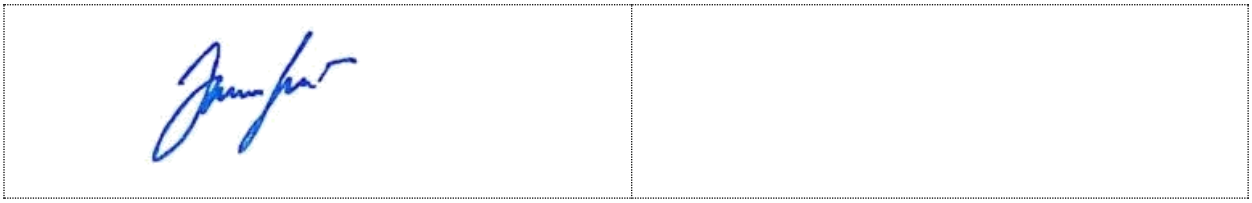
Објекта: Пруга Београд - Суботица - државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)**, у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци, на основу Закона о планирању и изградњи („Службени гласник РС” бр. 72/09, 81/09 – исправка, 64/10 – одлука УС, 24/11, 121/12, 42/13 – одлука УС, 50/13 – одлука УС, 98/13 – одлука УС, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19 - др. Закон, 9/20 и 52/21) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката (“Службени гласник РС”, бр. 73/2019), извршена је техничка контрола предметне документације, од стране предузећа CESTRA d.o.o. Београд.

ПРОЈЕКАТ СЕ ПРИХВАТА

Вршилац техничке контроле: CESTRA d.o.o,
Макензијева 57, Београд
Број лиценце: 351-02-03374/2020-09 од 18.03.2021.

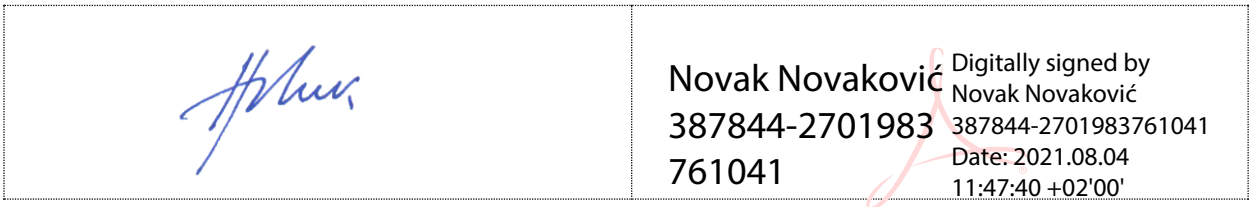
Одговорно лице/Заступник: Директор:
Драган Милић, дипл.грађ.инж.

Потпис:



Вршилац техничке контроле: Зорица Стојиљковић Којић, дипл.грађ.инж.
Број лиценце: 310 5609 03
Потпис:

Вршилац техничке контроле: „ДЕЛ ИНГ“ д.о.о. – Београд
Број лиценце: 351-02-01775/2019-07 од 23.04.2021.
Вршилац техничке контроле: Новак Новаковић, дипл.грађ.инж.
Број лиценце: 310 К201 11
Потпис:



Број техничке документације: А10312-61/21

Место и датум: Београд, 2021.

2/1.1.5.2 САДРЖАЈ

2/1.1.5.1	Насловна страна	
2/1.1.5.2	Садржај	
2/1.1.5.3	Решење о одређивању одговорног пројектанта	
2/1.1.5.4	Изјава одговорног пројектанта	
2/1.1.5.5	Текстуална документација	
2/1.1.5.5.1	Технички опис	
2/1.1.5.6	Нумеричка документација	
2/1.1.5.6.1	Статички прорачун	
2/1.1.5.6.2	Прорачун интеракције колосек - мост	
2/1.1.5.6.3	Предмер и предрачун радова	
2/1.1.5.7	Графичка документација	
Цртежи	Назив цртежа	Размера
2020-001-ГС-2/1.1.5.1.7-Ц01	Ситуација	1:250
2020-001-ГС-2/1.1.5.1.7-Ц02	Изглед моста	1:250
2020-001-ГС-2/1.1.5.1.7-Ц03	Диспозиција – Подужни пресек	1:100
2020-001-ГС-2/1.1.5.1.7-Ц04	Диспозиција – Основе	1:200
2020-001-ГС-2/1.1.5.1.7-Ц05	Попречни пресеци	1:50

2/1.1.5.3 РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Члана 128, Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/09, 81/09-исправка, 64/10- одлука УС, 24/11, 121/12, 42/13-одлука УС, 50/13-одлука УС, 98/13-одлука УС, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - др.закон и 9/2020) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката ("Службени гласник РС", бр. 73/2019) као:

О Д Г О В О Р Н И П Р О Ј Е К Т А Н Т

за израду **ПРОЈЕКТА КОНСТРУКЦИЈА - 2/1.1.5 Пројекат моста на км 0+796.33**, који је део ПГД - Пројекта за грађевинску дозволу за изградњу пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)**, у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци, одређује се:

Зоран Луковић, дипл.грађ.инж. _____310 3032 03

Пројектант:	CHINA RAILWAY DESIGN CORPORATION SERBIA OGRANAK BEOGRAD, Косте Рацина 16б
Одговорно лице/заступник:	Генерални директор: Генг Ксин, дипл.инж.
	Потпис:
Број техничке документације:	2020-001-ГС-2/1.1.5
Место и датум:	Београд, април 2021.год.

2/1.1.5.4 ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

Одговорни пројектант пројекта **ПРОЈЕКТА КОНСТРУКЦИЈА - 2/1.1.5 Пројекат моста на км 0+796.33** који је део ПГД - Пројекта за грађевинску дозволу за изградњу пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)**, у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци:

Зоран Луковић, дипл. грађ.инж.

И З Ј А В Љ У Ј Е М

1. да је пројекат у свему у складу са издатим Локацијским условима:

-бр.ROP-MSGI-28188-LOCH-4/2020, Заводни број: 350-02-00031/2020-14 од 06.04.2020,

-бр.ROP-MSGI-28188-LOCH-4/2020, Заводни број: 350-02-00031/2020-14 од 07.04.2020 - Решење о исправци грешке,

-бр.ROP-MSGI-7141-LOC-1/2020, Заводни број: 350-02-00109/2020-14 од 08.05.2020,

-бр.ROP-MSGI-931-LOC-3/2020, Заводни број: 350-02-00192/2020-14 од 29.05.2020;

2. да је пројекат израђен у складу са Законом о планирању и изградњи, прописима, стандардима и нормативима из области изградње објеката и правилима струке;

3. да је пројекат у свему у складу са начинима за обезбеђење испуњења основних захтева за објекат прописаних елаборатима и студијама.

Одговорни пројектант:	Зоран Луковић, дипл. грађ. инж.
Број лиценце:	310 3032 03
	Потпис:
Број техничке документације:	2020-001-ГС-2/1.1.5
Место и датум:	Београд, април 2021.год.

2/1.1.5.5 ТЕКСТУАЛНА ДОКУМЕНТАЦИЈА

2/1.1.5.5.1 ТЕХНИЧКИ ОПИС

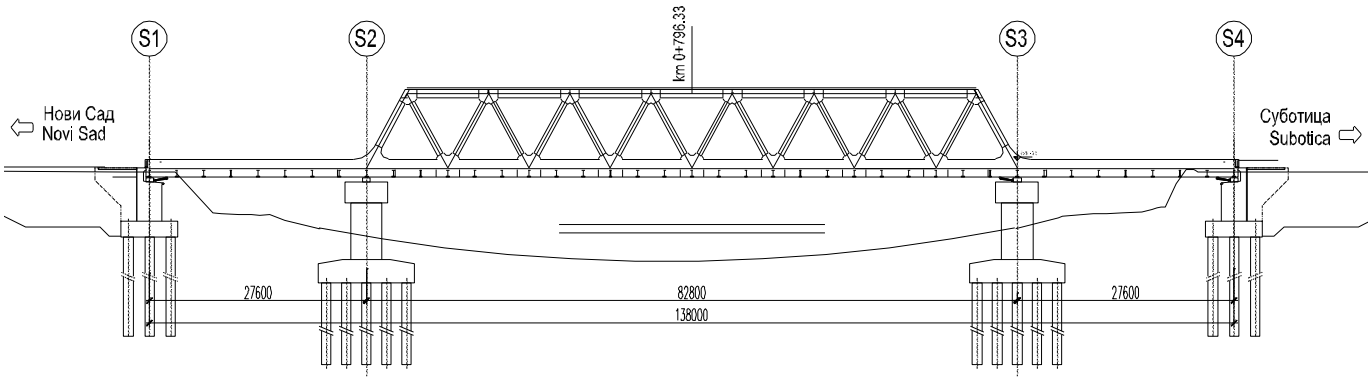
ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ

1. Увод

Идејним пројектом реконструкције, Модернизација, реконструкција и изградња пруге Београд – Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад – Суботица – државна граница (Келебија), за брзину до 200 km/h, на стационажи km 0+796.33, пројектован је нови мост који премошћује канал Савино Село – Нови Сад.
Пројекат мостовске конструкције урађен је на основу усвојеног Идејног пројекта, усвојених техничких параметара и саобраћајног решења трасе, постојећег стања пруге, геодетског елабората, хидротехничких подлога, елабората о геотехничким условима.

2. Диспозиција

Пројектом је предвиђен двоколосечни мост, који у три распона премошћује канал. Неповољан угао укрштања моста са каналом од ≈45° је у великој мери утицао на избор диспозиционог решења још код израде Идејног пројекта. На овом месту се налази постојећи мост од преднапрегнутог бетона чије рушење је обрађено у посебној свесци техничке документације.
Мост је у статичком смислу решеткаста континуална греда распона 27.6+82.8+27.6m. Мост карактерише велика разлика прилазних и главног распона у смислу распона и у смислу крутости главних носача, при чему је главни распон са решеткастим главним носачима статичке висине 9.5m док су прилазни распони са сандучастим главним носачима који визуелно делују као наставак доњег појаса главног распна са укупном висином ≈2.15m. Изабраним распоредом стубова обезбеђена је потребана ширина пловног профила и у могућој мери су избегнути темељи постојећег моста. Великом разликом у крутости прилазних и главног распона избегнуте су силе одизања на стубовима S1 и S4.



Статичка висина решеткастог главног носача у главном распону је h= 9.50m. Главни носачи моста су на осовинском растојању од 10.91m, а чине их горњи појасеви, доњи појасеви и дијагонале. Карактериатично за доње појасеве је то што су осим затежућим силама изложени и моментима савијања. Попречни пресек доњег појаса је формиран као кутијасти – проходан. Унутрашње димензије доњег појаса су 900x2100mm. Горњи појас је обликован као отворен – шеширасти пресек. Све дијагонале, осим крајњих (D1 и D16), су усвојене са отвореним I пресеком, што омогућава извођење заварених веза дијагонала за појасне штапове (приступ завареној вези са обе стране). Крајње дијагонале D1 и D16 формиране су са кутијастим, проходним, попречним пресеком, при чему је веза са доњим појасом остворена високовредним завртњима, док се веза са горњим појасом остварује заваривањем. Главни носачи средњег распона су у нивоу доњег појаса повезани попречним носачима, а у горњи појасеви су повезани спрегом за ветар.
Главни носачи распона 1 и 3 су формирани исто као и доњи појас главног носача.

Попречни носачи, сви осим оних изнад стубова, су заварени штапови I пресека спрегнути са армирано бетонском коловозном плочом дебљине 30cm. Средства за спрезање су можданици типа чеп са главом. Попречни носачи изнад стубова обликовани су као отворени – шеширасти пресеци, а усвојени су са већом носивошћу од осталих како би привремени ослонци за различите фазе монаже могли бити смештени испод њих. Испод попречних носача на S1 и S4, у осама колосека, предвиђена су и трајна лежишта.

Траса пруге је у зони моста је у правцу гледано у основи, док је нивелета пруге у обостраном паду ка крајњим стубовима, а кружна кривина нивелете достиже своју највишу тачку у зони стуба S3.
Диспозиционим решењем остварено је:

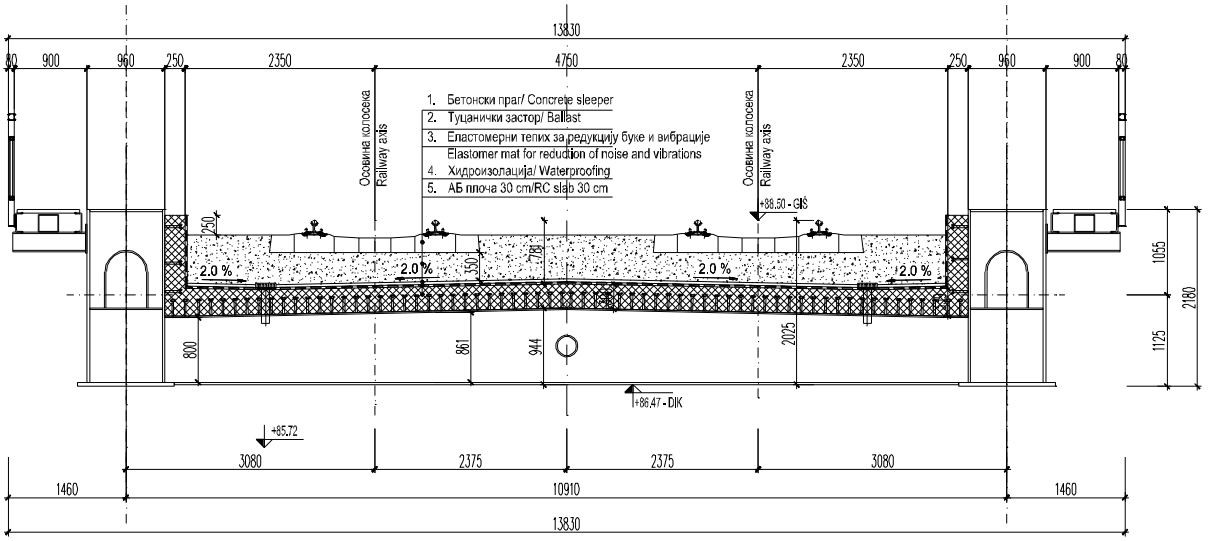
- Захтевани пловни профил > 27.7m
- Висина пловни профила > 6.0m
- Растојање доње ивице конструције и терена испод моста > 3.5m.
- Могућност монтаже на обали и нагуравања у финални положај.

Колосеци су на осовинском растојању од 4.75m. Армирано бетонска плоча са ивичним парапетима формира корито за смештање туцаничког застора.
Мост је опремљен системом за одводњавање. Систем чине сливници и цеви за одводњавање које су смештене испод коловозне плоче и пролазе кроз посебне отворе на попречним носачима.
Преко коловозне плоче изводи се прскана хидроизолација типа ММА, преко које се поставља еластомерни тепих за редукцију буке и вибрација.

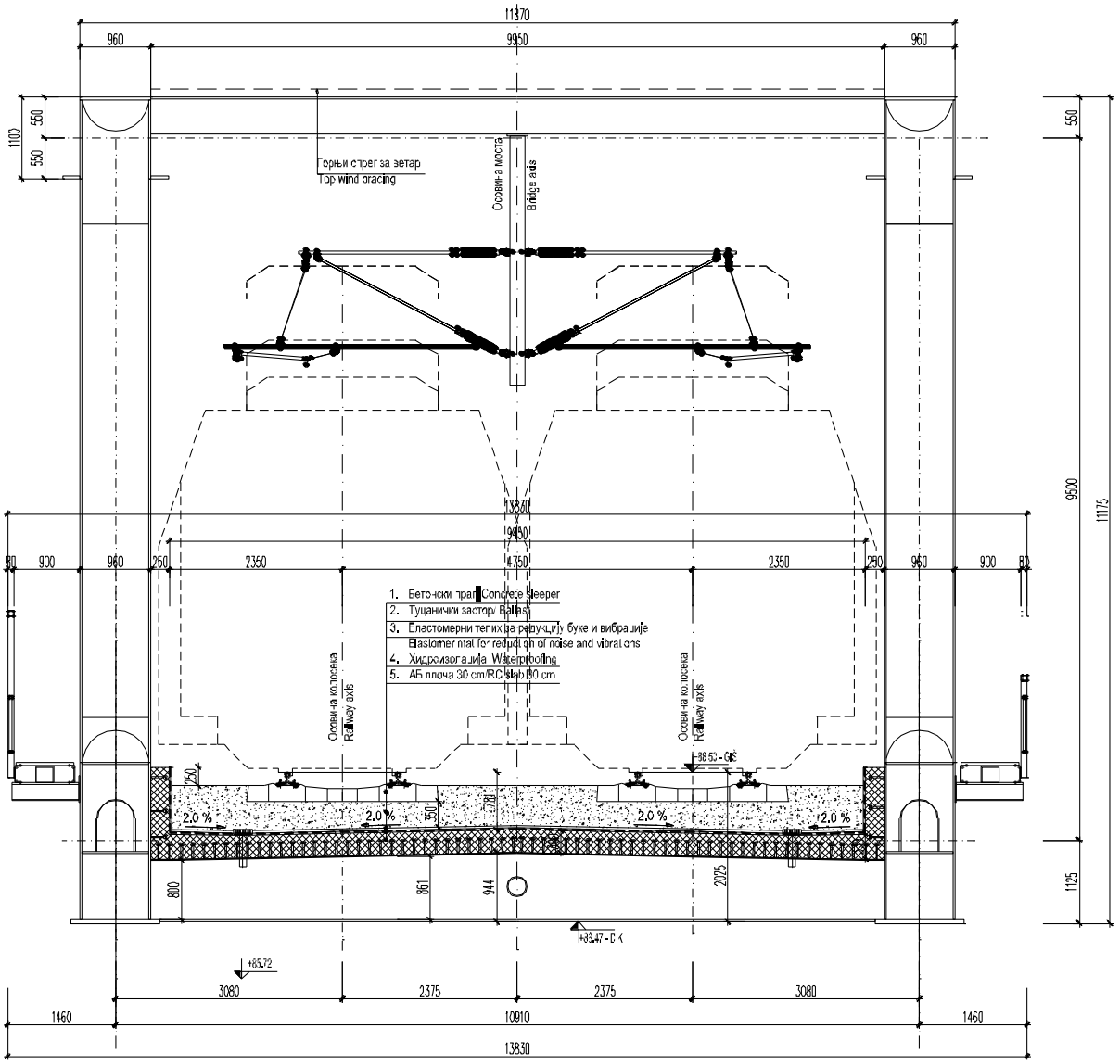
Мост је опремљен Ревизионим стазама ширине 90cm на оба главна носача.

У односу на Идејни пројекат, а у циљу побољшања карактеристика мостовске конструкције начињене су следеће измене:

- Проширен је попречни пресек доњег појаса решетке, те је сад доњи појас проходна кутија и постоји могућност извођења попречних укрућења, а заварени спојеви су приступачни са обе стране што обезбеђује вишу класу споја на замор,
- Измењен је облик попречног пресека горњег појаса решетке. Уместо кутијастог усвојен је шеширасти попречни пресек, а на тај начин омогућен је приступ завареним спојевима са обе стране што обезбеђује вишу класу споја на замор,
- Промењен је осовински размак између попречних носача и сада износи 3450mm, уместо 1725 mm колико је било у идејном пројекту. Овим је отклоњена примедба Републичке ревизионе комисије на Идејни пројекат, којом је тражено да се рационализују попречни носачи.
- На обалним стубовима су додата по два лежишта испод колосека чиме је задовољен услов вертикалног померања краја плоче у односу на стуб (СРПС ЕН 1991-2 т. 6.5.4.5.2).



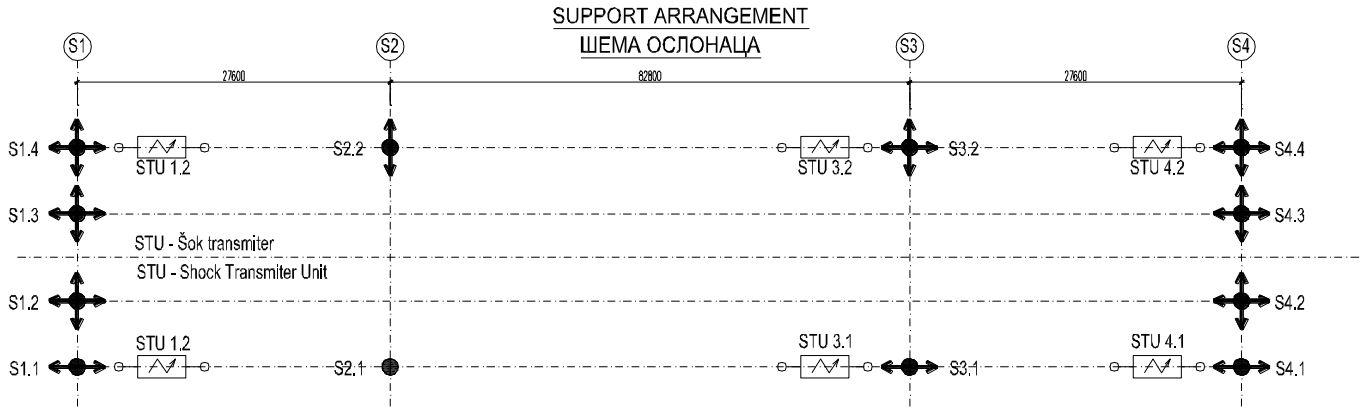
Попречни пресек у пољима 1 и 3



Попречни пресек у пољу 2

Лежишта

Усвојена су NEOTOPF (лончаста лежишта) са следећим распоредом:



На стубовима S1,S3 и S4 постављени су и шок трансмитери чија је улога да прихвате подужне хоризонталне утицаје од брзих која делују у подужном правцу, а истовремено допуштају померања од која се развијају у дужим временским интервалима (као што су померања од температуре). На овај начин остварено је да сви стубови учествују код, хоризонталних сила од кочења, покретања и сеизмике, што је пре свега омогућило да се ограниче померања било које тачке коловозне плоче услед кочења и покретања испод 5mm, што је захтев важећих норми. Хоризонтална померања конструкције без STU, а са различитим распоредима лежишта приказана су у Прилогу 2 статичког прорачуна. Ови резултати указују на неопходност употребе STU.

Испод крајњих попречних носача, а у оси колосека су постављена додатна лежишта како би се остварили захтеви у смислу вертикалних угиба крајева плоче у односу на стуб. Ова лежишта се уграђују након монтаже челичне конструкције, а пре бетонирања коловозне плоче. Силе које се јављају у овим лежиштима од масе коловозне плоче нису велике, а спречавају сваку могућност негативне силе у експлоатацији. Лежишта морају у свему задовољити одредбе стандарда ЕН СРПС 1337.

3. Фундирање

На основу података и препорука из “Елабората о геотехничким условима” фундирање мостовске конструкције предвиђено је на шиповима.

Предвиђени су шипови Ø1200 дужине L=16m код стубова S1 и S4, односно L=22m код стубова S2 и S3 . Максимална номиналне силе у шиповима су у границама дозвољених које су дефинисане у Геомеханичком елаборату.

Положај шипова прилагођен је тако да се не поклапа са шиповима постојећег моста који је дат у Идејном пројекту. Уколико се открије другачији положај постојећих шипова због кога је потребно изменити положај нових шипова, потребан је нови статички прорачун.

4. Примењени материјали

Елемент	Материјал	Коментар
Главна челична конструкција	S355, S460	Додатне ознаке су дефинисане у графичкој и нумеричкој документацији
АБ коловозна плоча,	C35/45	Класа изложености: XC3, XD1, XF1, V-II
Наглавне греде, шипови	C30/37	Класа изложености: XC2, XA1, V-II

Стубови	C30/37	Класа изложености: XC4, XD3, XA1, V-III, MS-S2
Можданици	SD1	Према: ISO13918:2007
Арматура	B500B	Важи за све бетонске елементе

Иза стубова моста, формирају се шљунчани клинови комбинацијом цементне стабилизације и гранулисаног шљунка који се изводи у слојевима дебљине 30cm, са набијањем до прописаног модула стишљивости. За формирање шљунчаних клинова испред и иза моста коришћене су препоруке у складу са немачким смерницама ZTVE-StB и UIC719

5. Статички прорачун

Статички прорачун спроведен је коришћењем програмског пакета "TOWERPRO" фирме "RADIMPEX" из Београда. Конструкција је анализирана у више тродимензионалних модела. Опширнији опис статичких модела дат је у статичком прорачуну.
Анализа оптерећења урађена је према важећим српским стандардима – СРПС ЕН 1991 – 1 (2) и њиховим националним прилозима.

Пројектом разматрана су следећа оптерећења:

– Сопствена тежина конструкције, запреминска тежина материјала у складу са СРПС ЕН 1991-1-1;

– Додатно стално оптерећење, тежине елемената колосека као и запреминска тежина материјала усвојене су у складу са СРПС ЕН 1991-1-1, Табеле А.1 и А.6;

- Хоризонтални притисци тла одређени су у складу са одредбама стандарда СРПС ЕН 1997-1;

– Скупљање бетона;

- Железничко саобраћајно оптерећења у свему према стандарду СРПС ЕН 1991-2, поглавље 6.

  - Вертикално саобраћајно оптерећење

  Шеме оптерећења LM71 и SW/2, за анализу статички утицаји услед железничког саобраћаја на пругама нормалног колосека (СРПС ЕН 1991-2, 6.3.2). Динамички коефицијент Ф3 за шему оптерећења LM71 према СРПС ЕН 1991-2, 6.4.5.2:

  Шема оптерећења “празни вагони”, за контролу стабилности у случају када се на конструкцији налази воз са неоптерећеним вагонима, према поглављу 6.3.4 стандарда СРПС ЕН 1991-2, усвојена је као вертикално расподељено оптерећење qkv=10.0kN/m

  Еквивалентно саобраћајно оптерећење за прорачун притисака земље на обалне стубове према поглављу 6.3.6.4 стандарда СРПС ЕН 1991-2.

  Корисно оптерећења на ревизионим стазама усвојено је сходно поглављу 6.3.7 стандарда СРПС ЕН 1991-2, као ревномерно распоређено површинско оптерећење од qfk=5kN/m2 по целој ширини стазе.

  - Хоризонтално саобраћајно оптерећење

  Центрифугална сила (СРПС ЕН 1991-2, 6.5.1)

  Сила бочног удара (СРПС ЕН 1991-2, 6.5.2)

  Силе од кочења и покретања (СРПС ЕН 1991-2, 6.5.3)

- Оптерећења услед дејства температуре (СРПС ЕН 1991-1-5 и СРПС ЕН 1991-1-5/НА);

- Оптерећење ветром (СРПС ЕН 1991-1-4 и СРПС ЕН 1991-1-4/НА);

- Сеизмичко оптерећење (СРПС ЕН 1998-1, СРПС ЕН 1998-2 и СРПС ЕН 1998-5)

Пројектно сеизмичко оптерећење мостова одредиће се еквивалентном линеарном методом за пројектни еластични спектар одговора према поглављу 3.2.2.5 стандарда СРПС ЕН 1998-1, за коефицијент значаја γ_I=1.3 и класу значаја III, а за повратни период T_{NCR}=475 година. Гранични коефицијент β=0.2 (СРПС ЕН 1998-1/НА, Тачка 2.11).
За фактор понашања усвојено је q=1.5.
За локацију моста примењује се тип 1 еластичног спектра одговора (СРПС ЕН 1998-1/НА, Тачка 2.9), за тло типа "C".

Еквивалентна статичка сеизмичка сила одређена је применом методе основног мода, уз комбиновање компоненти сеизмичког дејства за два разматрана правца (СРПА ЕН 1998-2, 4.2.2.1 и 4.2.1.4).

Пројектно убрзање тла на тлу типа А ag=0.1·g (СРПС ЕН 1998-1/НА, Табела А.1).
Сеизмички притисак тла одређен је применом поједностављене анализе (СРПС ЕН 1998-5, Прилог Е).

Комбинације оптерећења за контролу граничног стања носивости и употребљивости формиране су у свему према СРПС ЕН 1990 и СРПС ЕН 1990/НА.

Преглед основних критеријума код граничних стања употребљивости

Критеријум	***Захтевано***	***Остварено***	***Норма***
Вертикалне деформације плоче	$\delta_v < L/600$	$\delta_v = L/1370$	СРПС ЕН 1990 А2.4.4.2.3
Ротације крајева плоче	$\theta_{LM71} < 3.5\cdot10^{-3} rad$ $\theta_T < 3.5\cdot10^{-3} rad$	$\theta_{LM71} = 2.45\cdot10^{-3} rad$ $\theta_T < 3.5\cdot10^{-3} rad$	СРПС ЕН 1990 А2.4.4.2.3
Вертикална убрзања плоче	$b_v < 2$-прихватљив ниво $b_v < 1$-врло добар ниво	$b_v < 1$	СРПС ЕН 1990 А2.4.4.3.1
Уврtање плоче	$t < 3mm$	$t = 1mm$	СРПС ЕН 1990 А2.4.4.2.2
Попречне фреквенције	$f_1 > 1.20Hz$	$f_1 = 3.11Hz$	СРПС ЕН 1990 А2.4.4.2.4
Хоризонтално померање плоче услед кочења и покретања	$\delta_b < 5mm$	$\delta_b = 3mm$	СРПС ЕН 1991-2 6.5.4.5.2
Подужно померање краја плоче услед вертикалног оптерећења	$b_v < 8mm$ -за мостове без шинске дилатације	$b_v = 13.6mm$ Мост има шинску дилатацију	СРПС ЕН 1991-2 6.5.4.5.2
Вертикално померање краја плоче у односу на стуб, услед вертикалног оптерећења	$\delta_v < 3mm$	$\delta_v = 1.81mm$	СРПС ЕН 1991-2 6.5.4.5.2

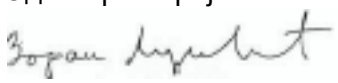
6. Извођење радова

Извођење радова је замишљено на следећи начин:

- Припремни радови

- Земљани радови, фундаменти и стубови до одређене коте, греде за нагуравање конструкције се изводе истовремено са израдом челичне конструкције у радионици.
- Монтажа челичне конструкције на обали
- Израда речних јармова за нагуравање конструкције.
- Нагуравање челичне конструкције и спуштање у финални положај са уградњом лежишта.
- Бетонирање коловозне плоче.
- Рушење греда за нагуравање и уклањање речних јармова.
- Завршетак земљаних радова и радова на изради стуба
- Остали – завршни радови:
    - Уградња дилатационих спојница
    - Хидроизолација
    - Заштита од корозије
    - Испитивање моста пробним оптерећењем

Одговорни пројектант:



Зоран Луковић, дипл.грађ.инж.
лиценца бр. 310 3032 03

TECHNICAL REPORT

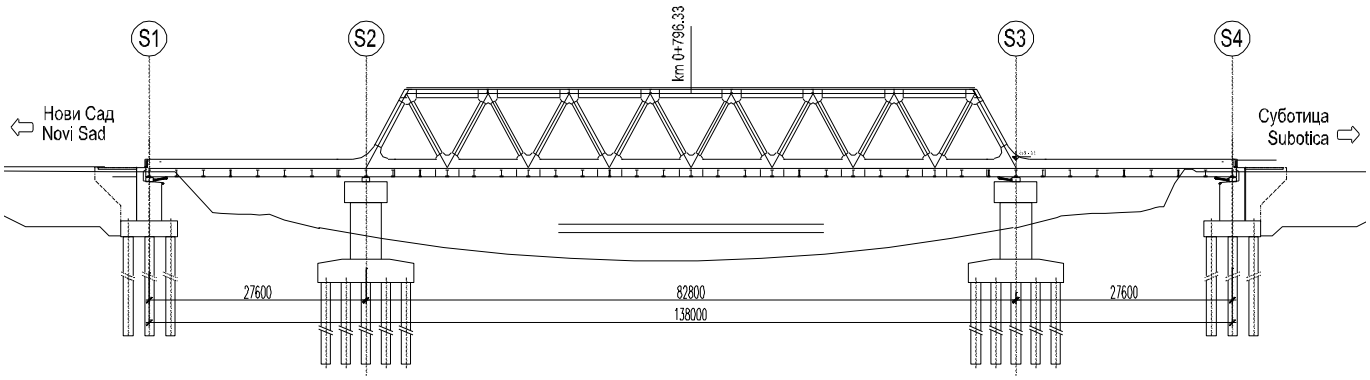
1. Introduction

As a part of Preliminary Design for the reconstruction and modernization of the railway line Belgrade-Subotica state border (Kelebija), part Novi Sad - Subotica state border (Kelebija) for the design speed up to 200 km/h, at the chainage km 0+796.33, new bridge over the canal Savino Selo – Novi Sad has been designed.
This Construction Permit Design of the bridge structure was developed based on the approved Preliminary Design, adopted technical parameters, traffic solution, the existing condition of the railway, geodetic survey, hydrotechnical design, report on geotechnical.

2. Layout

Design foresees two track bridge that crosses the river in the three spans. Unfavourable angle between bridge and canal ≈45° had a big infuence on forming a bridge structure layout in Preliminary Design stage. On the same place, there is an existing bridge, made of prestressed concrete whose removal is given in separate book.

Structurally, the bridge represents continuous beam with 27.6+82.8+27.6m spans. One of main characteristics of this bridge is a significant difference between middle and approach spans in means of length, but also in the means of rigidity of main girders. Main girders in the middle span are lattice structures with structural height of 9.5m, and in the same time approach spans are box girders which look like extension of bottom chord of middle span and have a total height ≈2.15m. With choosen piers and abutment schedule required waterway width is provided and foundations of existing bridge are avoided as much as possible. With significant differences in spans rigidity, uplift forces on abutments S1 and S4 are avoided.



Structural height of lattice main girder in the middle span is 9.5m. Spacing between axis of Main is 10.91m, and they are made of top chord, bottom chord and diagonals. Bottom chord are subjected to bending moments beside tension. Cross section of bottom chord is box section - passable. Inner dimensions of bottom chord are 900x2100mm. Top chord is formed as open – hat like section. All diagonals except end ones (D1 and D16) are with open I section, which allows execution of welded connections between diagonals and chords (approach to the weld from both sides). End diagonals D1 and D16 are formed as passable box section with bolted connection with bottom chord (HV bolts are used) and welded connection to the upper chords. In bottom chord level, main girders of middle span are connected with cross beams and in top chord level they are connected with wind bracing.
Main girders of approach spans are formed in the same way as bottom chord of middle span.

Cross beams, all except once above piers and abutments, are composite members made from welded I profile and concrete deck with thickness 30cm. Composite section is provided by the usage of head stud shear connectors. Steel part of cross beams above piers and abutments are adopted with higher bearing capacity than others, formed as hat like sections, so the temporary supports for different erection stages can be placed under them. Under cross beams on S1 and S4 permanent bearings in track axis are foreseen.

The railway tracks in the bridge zone are straight, with the alignment with slopes toward to abutments S1 and S4. Vertical curve reaches its higher spot in pier S3 area.

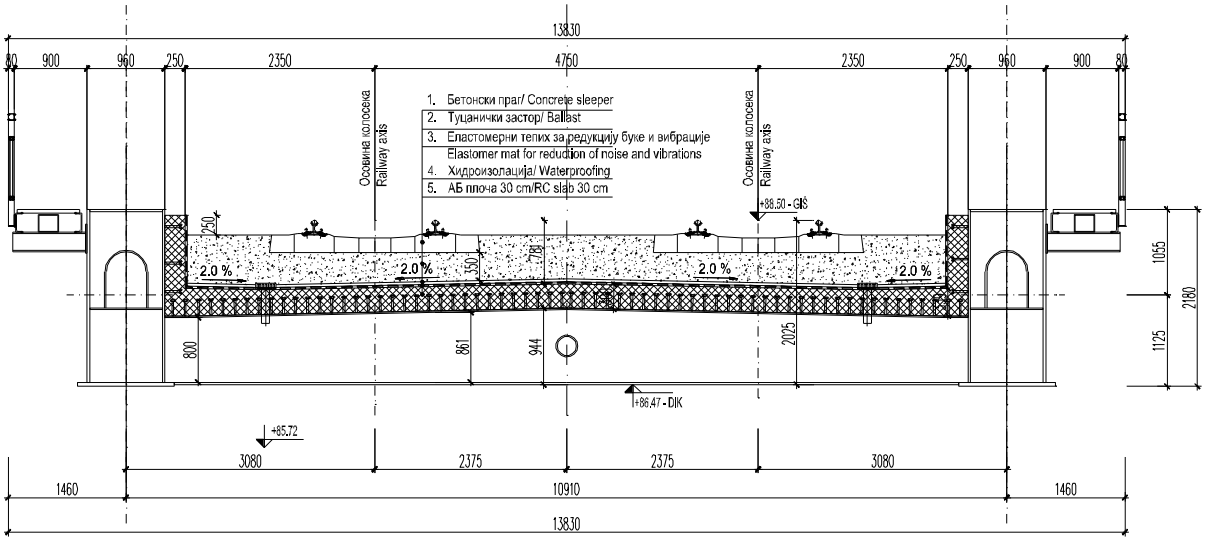
With described layout solution the following is achieved:

- Required waterway > 27.7m
- Waterway height>6.0m
- Clearance between ground under the bridge and bridge itself>3.5m
- Possibility of erection on the shore and launching into the final position.

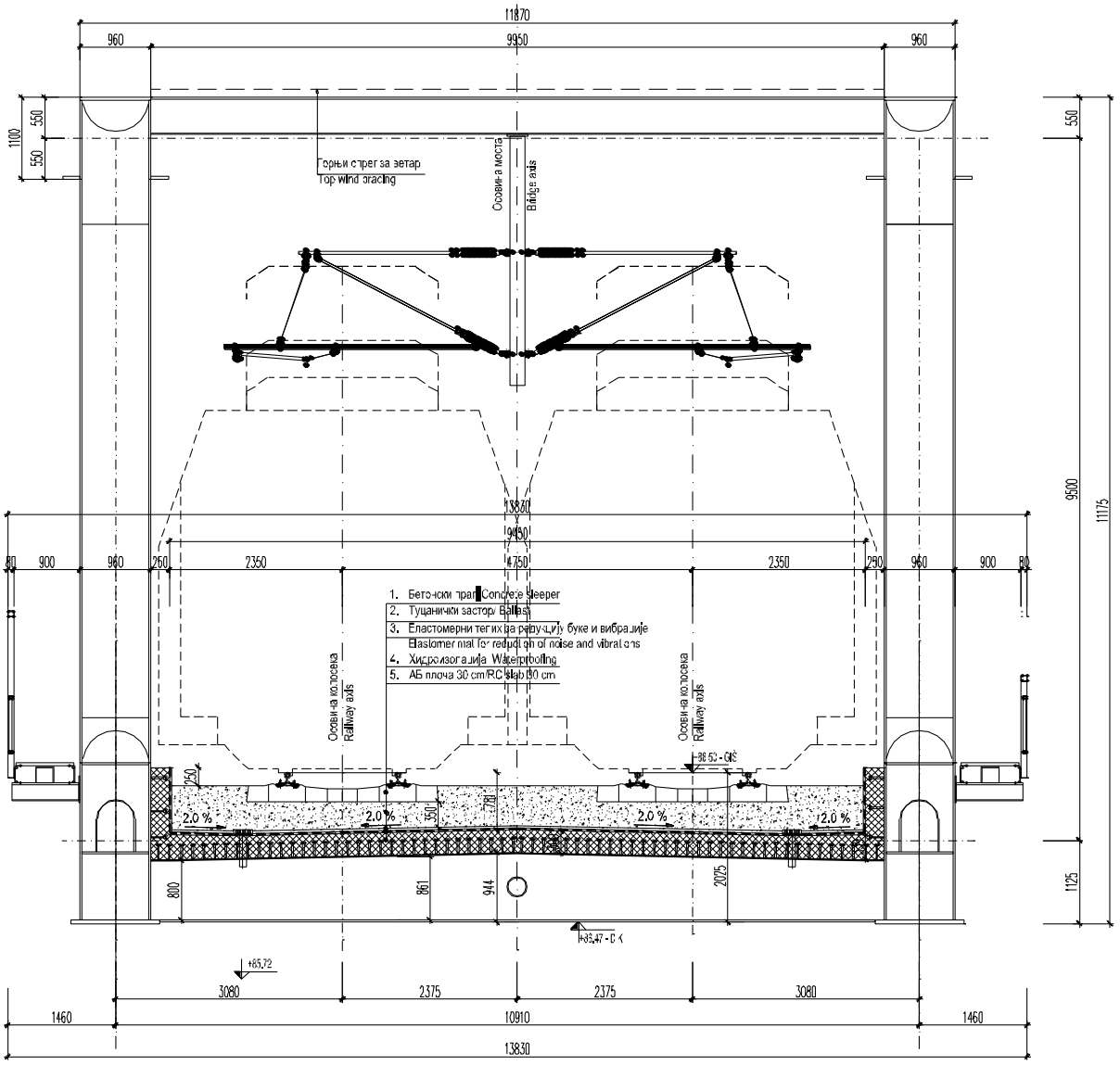
Tracks are at the axis distance of 4.75m. Reinforced concrete deck slab with the edge parapets form a ballast bed.
The bridge has drainage system. It consists of gullies and drainage pipes placed below deck slab through special holes within transverse girders.
Sprayed MMA waterproofing is performed over the deck slab, over which an elastomeric mat for noise and vibration reduction is placed as protection.
Bridge is equipped with revision paths 87cm wide on both main girders.

In order to improve the characteristics of the bridge structure, the following changes comparing to Preliminary design were made:

- Cross section of the bottom chord is widened, and now it is a passable box girder, which allows execution of cross stiffeners, welded connections are reachable from both sides and that leads to higher fatigue classes of welded connections.
- Shape of the cross section of the top chord is changed. Instead of box section, hat like cross section is adopted so welded connections are reachable from both sides and that leads to higher fatigue classes of welded connections
- Axial spacing of cross beams is changed. Instead of spacing of 1750mm which was used in Preliminary design spacing of 3500mm is used. With such change, the Republic Revision Committee request to rationalize cross girders is fulfilled.
- Additional two bearings on each abutment are foreseen to meet requirement of SRPS EN1991-2 ch. 6.5.4.5.2. about vertical deflection of the end of deck



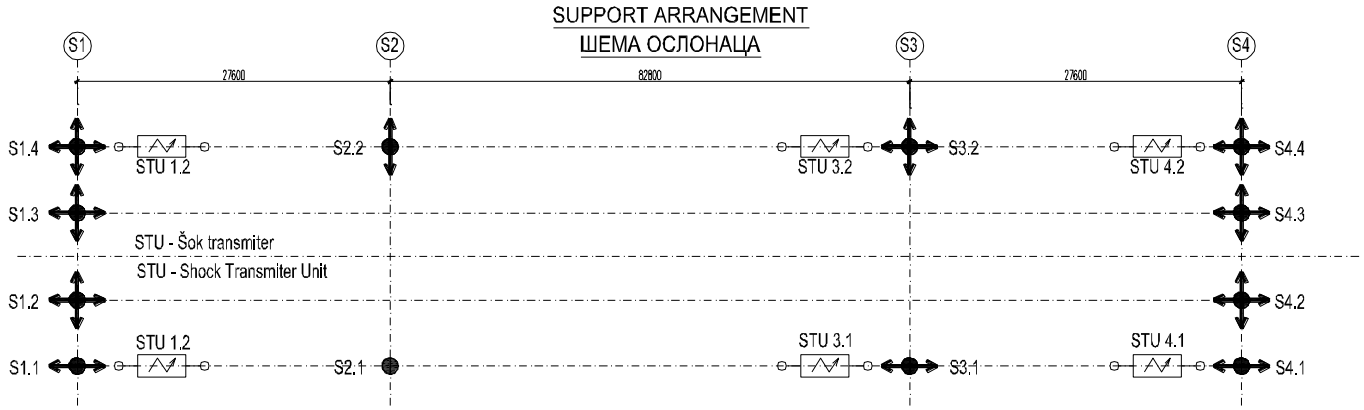
Cross section in spans 1 and 3



Cross section in span 2

Bearings

Adopted NEOTOPF (pot bearings) with following arrangement:



On abutments S1 and S4 and pier S3 beside bearings shock transmitters are predicted. The main purpose of this devices is to resist longitudinal, horizontal forces due to fast loads, and in the same time to allow displacements which develop in longer time periods (such as temperature displacements). In this manner it is achieved that all piers and abutments participate in resistance to horizontal forces coming from braking, traction and earthquake, with less than 5mm of longitudinal deflection of any spot of deck due to braking and traction. This limitation value is request of valid standards. Horizontal displacement of bridge structure without STU and with various bearings schedules are shown in Annex 2 of structural analysis, and those results indicate that usage of STU is necessary.

Additional bearings are placed in the track axes below support cross girders to satisfy vertical deflections of the deck ends in relation to the abutment. These bearings should be installed upon erection of the steel structure and before casting of composite deck slab. Forces, due to mass of the concrete slab, that occur in these bearings are not great, yet they prevent any possibility of uplift forces in the exploitation of the bridge. Bearings should be fully in compliance with standard EN SRPS 1337.

3. Foundations

Based on the data and recommendations from the "Study on geotechnical conditions for the reconstruction of the railway", pile foundations of the bridge structure are foreseen.
Bored piles Ø1200 and 16m long are designed at aputments S1 and S4, and L= 22m at piers S2 and S3. The maximum nominal forcec are lower than the allowable forces according to the Geomechanical study.

Position of the piles is adjusted to avoid existing piles whose position is given by Preliminary design. If different positions of existing piles are found and positions of new piles have to be changed, new analysis is necessary.

4. Applied materials

Element	Material	Comment
Main steel structure	S355, S460	Additional class descriptions are defined in the graphic and numerical documentation
RC deck slab	C35/45	Exposure class: : XC3, XD1, XF1, V-II
Pile cap beams, piles	C30/37	Exposure class: XC2, XA1, V-II
Abutments	C30/37	Exposure class: XC4, XD3, XA1, V-III, MS-S2
Studs	SD1	According to: ISO13918:2007
Reinforcement	B500B	Applies for all concrete structures

Behind abutments, gravel wedges are formed as a combination of cement stabilization on top of granulated gravel made in 30cm thick layers, with compaction to the designed modulus of stiffness. For the formation of gravel wedges in front of and behind the bridge, recommendations from the German guidelines ZTVE-StB and UIC719 were used.

5. Structural calculation

The structural calculation has been performed using the software package "TOWERPRO" developed by "RADIMPEX", Belgrade. The structure was analysed in a few three-dimensional FE model. A more detailed description of structural models is given in the structural calculation.
Load analysis was performed according to valid Serbian standards - SRPS EN 1991– 1 (2) and their national annexes.
The preliminary design considered the following loads:

- Self-weight of the structure, density of the material in accordance with SRPS EN 1991-1-1;
- Dead load, weights of track elements as well as density of materials were adopted in accordance with SRPS EN 1991-1-1, Tables A.1 and A.6;
- Horizontal soil pressures are determined in accordance with the provisions of the standard SRPS EN 1997-1;
- Shrinkage of concrete;
- Railway traffic loads in accordance with the standard SRPS EN 1991-2, Chapter 6.

- Vertical traffic load

Load schemes LM71 and SW/2 were used for analysis of railway traffic actions on normal track lines (SRPS EN 1991-2, 6.3.2). Dynamic coefficient Φ3 for load scheme LM71 according to SRPS EN 1991-2, 6.4.5.2:
The load scheme "unloaded trains", for stability control in case there is a train with unloaded wagons on the structure, according to chapter 6.3.4 of SRPS EN 1991-2, adopted as a vertical uniformly distributed load qkv = 10.0kN/m.
Equivalent traffic load for calculation of earth pressures on abutments according to chapter 6.3.6.4 of SRPS EN 1991-2.
Live load on the revision footpaths was adopted in accordance with chapter 6.3.7 of the SRPS EN 1991-2 standard, as a uniformly distributed load of qfk = 5kN/m2 over the entire width of the footpath.

- Horizontal traffic load

Centrifugal force (SRPS EN 1991-2, 6.5.1)

Nosing force (SRPS EN 1991-2, 6.5.2)

Traction and braking forces (SRPS EN 1991-2, 6.5.3)

- Loads due to temperature effects (SRPS EN 1991-1-5 and SRPS EN 1991-1-5 / NA);
- Wind load (SRPS EN 1991-1-4 and SRPS EN 1991-1-4 / NA);
- Seismic load (SRPS EN 1998-1, SRPS EN 1998-2 and SRPS EN 1998-5)

The design seismic load of bridges is determined by the equivalent linear method for the design spectrum for elastic analysis according to Chapter 3.2.2.5 of SRPS EN 1998-1, with importance factor of the bridge γ_I=1.3 and the importance class III, for the reference return period T_{NCR} = 475

years. Lower bound factor for the horizontal design spectrum β=0.2 (SRPS EN 1998-1 / NA, Clause 2.11).

Behavior factor is adopted as q = 1.5

For the location of the bridge, type 1 elastic response spectrum is applied (SRPS EN 1998-1 / NA, Item 2.9), for ground type "C".

Design ground acceleration on type A ground a_g=0.1·g (SRPS EN 1998-1/NA, Table A.1)

The equivalent static seismic force was determined using the fundamental mode method, combining the components of seismic action for the two considered directions (SRPA EN 1998-2, 4.2.2.1 and 4.2.1.4).

Seismic soil pressure was determined using a simplified analysis (SRPS EN 1998-5, Annex E).

Load combinations for the control of the ultimate limit states and servisibility limit states are adopted in accordance with SRPS EN 1990 and SRPS EN 1990/NA.

Overview of basic criteria for servisibility limit states

Criteria	***Reqested***	***Achieved***	***Norm***
Vertical deformation of the deck	$\delta_v < L/600$	$\delta_v = L/1370$	SRPS EN 1990 A2.4.4.2.3
Deck end rotations	$\theta_{LM71} < 3.5\cdot10^{-3} rad$ $\theta_T < 3.5\cdot10^{-3} rad$	$\theta_{LM71} = 2.45\cdot10^{-3} rad$ $\theta_T < 3.5\cdot10^{-3} rad$	SRPS EN 1990 A2.4.4.2.3
Vertical deck acceleration	$b_v < 2$ -accetable level $b_v < 1$ -very good level	$b_v < 1$	SRPS EN 1990 A2.4.4.3.1
Deck twist	$t < 3mm$	$t = 1mm$	SRPS EN 1990 A2.4.4.2.2
Lateral frequencies	$f_1 > 1.20Hz$	$f_1 = 3.11Hz$	СРПС ЕН 1990 A2.4.4.2.4
Horizontal displacements due to traction and braking	$\delta_b < 5mm$	$\delta_b = 3mm$	SRPS EN 1991-2 6.5.4.5.2
Longitudinal displacement of deck ends due to vertical load	$b_v < 10mm$ -за for bridges without rail expansion joint	$b_v = 13.6mm$ -One expansion joint is necessary	SRPS EN 1991-2 6.5.4.5.2
Vertical displacement of the deck ends in telation to the abutment, due to vertical load	$\delta_v < 3mm$	$\delta_v = 1.81mm$	SRPS EN 1991-2 6.5.4.5.2

6. Execution of works

The construction of the bridge includes the following works:

- preliminary works,
- earth works, foundations and abutments to the certain level; launching beams are carried out simultaniuosly with execution of the steel structure in the workshop
- Erection of the steel structure on the banks,
- Execution of river temporary supports for launching of structure,

- Launching of structure with lowering to the final position with placement of bearings,
- Casting of deck slab,
- Demolition of launching beams and removal of river temporary supports
- Completion of earth works and concrete works on abutments
- Auxilliary - finishing works:
    - Instalation of expansion joints
    - Waterproofing
    - Anti-corosion protection
    - Test load of the bridge

2/1.1.5.6 НУМЕРИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

2/1.1.5.6.1 СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

САДРЖАЈ

1. МАТЕРИЈАЛИ/ MATERIALS 6
1.1 Челична конструкција/ Steel structure 6
1.2 Бетон/ Concrete 7
1.1.1 Коефицијент течења/ Creep factor 7
1.1.2 Коефицијент скупљања/ Shrinkage factor 8
1.3 Можданици/ Studs 9
1.4 Завртњеви/ Bolts 9
1.5 Арматура/ Reinforcement 9
1.6 Парцијални коефицијенти за материјале/ Material partial factors 10
2. АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА/ LOADS 11
2.1 Сопствена тежина конструкције / Self-weight $G_{k,1}$ 11
2.2 Додатно стално оптерећење / Dead load $G_{k,2}$ 12
2.3 Саобраћајна оптерећења / Traffic loads 14
2.3.1 Вертикална оптерећења за статичку анализу / Vertical traffic loads structure analysis 14
2.3.2 Динамички коефицијенти за статичку анализу / Dynamic factors for structural analysis 14
2.3.3 Вертикална оптерећења за прорачун замора/ Vertical loads for fatigue analysis 15
2.3.3.1 Динамички коефицијенти за прорачун замора/ Dynamic factors for structural analysis 15
2.3.4 Силе од кочења и покретања воза/ Traction and braking 15
2.3.5 Сила бочног удара / Nosing force 15
2.3.6 Центрифугалне силе/ Centrifugal forces 16
2.3.7 Групе саобраћајних оптерећења/ Groups of traffic loads 16
2.4 Притисак тла / Earth pressure 18
2.4.1.1 Еквивалентно оптерећење за притисак земље / Equivalent vertical loading for arth pressure $\Delta E_{d,Qv}$ 18
2.5 Оптерећења од ветра / Wind actions 19
2.5.1 Фундаментална основна брзина ветра/ Fundamental wind velocity 19
2.5.2 Основна брзина ветра/ Basic wind velocity 19
2.5.3 Средња брзина ветра/ Mean wind velocity 19
2.5.4 Интензитет торбуленције 21
2.5.5 Ударни притисак ветра/ Peak velocity pressure 21
2.5.6 Силе у правцу X/ Forces in X direction 21
2.5.7 Анализа дејства ветра на стубове / Wind actions on bridge piers 24
2.6 Термичка оптерећења / Thermal actions 25
2.6.1 Равномерна температура 25
2.6.2 Температурна разлика/ Temperature difference 26
2.7 Инцидентно оптерећење услед удара брода / Accidental actions caused by ship traffic 27
2.8 Сеизмичка оптерећења 28
2.8.1 Сеизмичке силе на конструкцију / Seismic actions on a bridge structure A_{Ed} 28
2.8.2 Сеизмички притисак тла / Seismic earth pressure E_{Ed} 31
2.9 Комбинације оптерећења 32
2.9.1 Опште/ General 32
2.9.2 Комбинације оптерећења за ULS/ ULS load combinations 35
2.9.3 Комбинације оптерећења за SLS/ SLS load combinations 36
2.9.4 Комбинације дејстава за сеизмичке ситуације/ Seismic load combinations 36

2.9.5 Комбинације дејстава за за инцидентне прорачунске ситуације/ Accidental load combinations 36
3. СТАТИЧКИ УТИЦАЈИ/ SECTION FORCES 37
3.1 Шема штапова чворова/ Scheme 37
3.1 Дијаграми пресечних сила/ Section forces diagrams 38
3.1.1 Стална оптерећења/ Permanent loads 38
3.1.1.1 Челична конструкција и бетонска плоча/ Steel structure and concrete deck G_{k1} 38
3.1.1.2 Додатно стално оптерећење/ Dead load G_{K2} 40
3.1.1.3 Стално + Додатно стално оптерећење/ Selfweight + Dead load $G_{K1}+G_{K2}$ 42
3.1.2 Саобраћајна оптерећења/ Traffic loads 44
3.1.2.1 Утицајне линије и меродавни положаји возила LM71 на распонима 1 и 3/ Influence lines and relevant positions of LM71 at spans 1 and 3 44
3.1.2.2 Утицајне линије и меродавни положаји возила LM71 на распону 2/ Influence lines and relevant positions of LM71 at span 2 49
3.1.2.3 Анвелопе утицаја од SW0 / Anvelopes due to SW0 73
3.1.2.4 Анвелопе утицаја од SW2 / Anvelopes due to SW2 79
3.1.2.5 Оптерећење на пешачком стазама/ Revision paths 85
3.1.3 Ветар у попречном правцу/ Wind in cross direction 87
3.1.4 Температурна разлика/ Temperature difference 89
3.2 Табеларни приказ пресечних сила/ Spreadsheets of section forces 90
3.2.1 Стална оптерећења распони 1 и 3/ Permanent loads at spans 1 and 3 90
3.2.2 Стална оптерећења распон 2/ Permanent loads at span 2 91
3.2.3 Саобраћајна оптерећења на распонима 1 и 3/ Traffic loads at spans 1 and 3 94
3.2.3.1 Утицаји од шема оптерећења/ Load models section forces 94
3.2.3.2 Групе саобраћајних оптерећења/ Groups of traffic loads 97
3.2.4 Саобраћајна оптерећења на распону 2/ Traffic loads at span 2 101
3.2.4.1 Утицаји од шема оптерећења/ Load models section forces 101
3.2.4.2 Групе саобраћајних оптерећења/ Groups of traffic loads 114
3.2.5 Комбинације оптерећења/ Load combinations 128
3.2.5.1 Распони 1 и 3/ Spans 1 and 3 128
3.2.5.2 Распон 2/ Span 2 132
4. НАПОНИ/ STRESSES 146
4.1 Распони 1 и 3/ Spans 1 and 3 146
4.1.1 Геометријске карактеристике пресека/ 146
Section properties 146
4.1.2 Комбинације 1.1/ Load combinations 1.1 146
4.1.3 Комбинације 1.2/ Load combinations 1.2 147
4.1.4 Комбинације 1.3/ Load combinations 1.3 148
4.1.5 Комбинације 1.4/ Load combinations 1.4 149
4.2 Распон 2/ Span 2 150
4.2.1 Геометријске карактеристике пресека/ Section properties 150
4.2.2 Комбинација 1.1а / Combination 1.1a 151
4.2.3 Комбинација 1.1б / Combination 1.1b 152
4.2.4 Комбинација 1.1ц / Combination 1.1c 153
4.2.5 Комбинација 1.2а / Combination 1.2a 154
4.2.6 Комбинација 1.2б / Combination 1.2b 155
4.2.7 Комбинација 1.2ц / Combination 1.2c 156

4.2.8 Комбинација 1.3а / Combination 1.3a....157
4.2.9 Комбинација 1.3б / Combination 1.3b....158
4.2.10 Комбинација 1.3ц / Combination 1.3c....159
4.2.11 Комбинација 1.3д / Combination 1.3d....160
4.2.12 Комбинација 1.4а / Combination 1.4a....161
4.2.13 Комбинација 1.4б / Combination 1.4b....162
4.2.14 Комбинација 1.4ц / Combination 1.4c....163
4.2.15 Комбинација 1.4д / Combination 1.4d....164
4.3 Контрола напона у моделу са коначним елементима/ Stress analysis in finity elements model 165
4.3.1 Напони у вертикалном лиму / Web stresses....166
4.3.2 Напони у горњој фланши / Top flange stresses....166
4.3.3 Напони у доњој фланши / Bottom flange stresses....168
4.3.4 Напони у ослоначкој дијафрагми / Supporet cross stiffener stresses....169
4.3.5 Коментари/ Comments....169
5. СТАБИЛНОСТ / BUCKLING....170
5.1 Распони 1 и 3/ Spans 1 and 3....170
5.1.1 Стабилност горње фланше/ Top flange buckling....170
5.1.1.1 Горња фланша између пресека 3 и 4....170
5.1.2 Стабилност доње фланше/ Bottom flange buckling....170
5.1.2.1 Доња фланша између пресека 5 и 6....170
5.1.2.2 Доња фланша између пресека 6 и 7/ Bottom flange between node 6 and 7....171
5.1.2.3 Доња фланша између пресека 7 и 8/ Bottom flange between node 7 and 8....171
5.1.3 Стабилност ребра/ Web buckling....171
5.1.3.1 Поље између пресека 0 и 1/ Plate between nodes 0 and 1....171
5.1.3.2 Поље између пресека 3 и 4/ Plate between nodes 3 and 4....172
5.1.3.3 Поље између пресека 6 и 7/ Plate between nodes 6 and 7....173
5.1.3.4 Поље између пресека 7 и 8/ Plate between nodes 7 and 8....173
5.2 Распон 2/ Span 2....174
5.2.1 Горњи појас/ Top chord....174
5.2.1.1 Горњи појас O1,O7/ Top chord O1,O7....174
5.2.1.2 Горњи појас O2,O6/ Top chord O2,O6....175
5.2.1.3 Горњи појас O3,O4,O5/ Top chord O3,O4,O5....176
5.2.2 Дијагонале/ Diagonals....177
5.2.2.1 Дијагонала D1/ Diagonal D1....177
5.2.2.2 Дијагонала D3/ Diagonal D3....179
5.2.2.3 Дијагонала D5/ Diagonal D5....181
6. ШРАФОВСКЕ ВЕЗЕ/ BOLTED CONNECTIONS....184
6.1 Дијагонала D1 и D16/ Diagonals D1 and D16....184
7. ЗАМОР / fatigue....188
7.1 Категорије детаља....188
7.2 Поља 1 и 3....190
7.2.1 λ koeficijent....190
7.2.2 Провера елемената....191
7.3 Поље 2....192
7.3.1 λ koeficijent....192
7.3.2 Провера елемената....193

8. ПОПРЕЧНИ НОСАЧИ/ CROSS GIRDERS....195
8.1 Средњи попречни носачи/ Middle cross beams....195
8.1.1 Геометријске карактеристике пресека/ Section properties....195
8.1.2 Статички утицаји / Section forces....196
8.1.3 Контрола напона (ULS)/ Stress control (ULS)....198
8.1.4 Можданици/ Studs....198
8.1.5 Замор/ Fatigue....200
8.2 Крајњи попречни носачи/ End cross beams....203
8.2.1 Гранична стања носивости (ULS)....203
8.2.2 Замор/ Fatigue....206
9. КОЛОВОЗНА ПЛОЧА/ deck plate....208
9.1 Статички утицаји/ Section forces....208
9.2 Арматура/ Reinforcement....212
9.3 Контрола прслина/ Cracks control....213
10. СПРЕГ ЗА ВЕТАР....214
10.1 Статички утицаји....214
10.1 Контрола стабилности/ Element control....217
10.1.1 Дијагонале спрега/ Diagonals....217
10.1.2 Средње вертикале спрега/ Middle verticals....219
10.1.3 Крајње вертикале спрега/ End verticals....221
11. ГРАНИЧНА СТАЊА УПОТРЕБЉИВОСТИ (SIs)....224
11.1 Вертикална убрзања плоче/ Vertical acceleration of deck....224
11.2 Сопствене хоризонталне фреквенције....226
11.3 Вертикалне деформације плоче....227
11.4 Угиб на крају плоче....228
11.5 Увртање плоче....228
11.6 Ротације крајева плоче/ End rotations....230
11.7 Хоризонтална померања крајева плоче....232
12. РЕАКЦИЈЕ ОСЛОНАЦА....233
13. Доњи строј моста / Substructure....234
13.1 Обални стубови / Abutments....242
13.1.1 Парапетни зид / Parapet wall....242
13.1.2 Статички утицаји у стубу и крилним зидовима / Internal forces and moments in abutment and wing wall....244
13.1.3 Димензионисање стуба и крилних зидова / Design of abutments and wing walls....256
13.1.3.1 Стуб / Abutment....256
13.1.3.2 Крилни зидови / Wing walls....258
13.1.4 Контрола граничних стања употребљивост / Serviceability limit states....260
13.1.4.1 Контрола напона / Stress control....260
13.2 Средњи стуб / Piers....263
13.2.1 Статички утицаји / Internal forces and moments....263
13.2.2 Димензинисање / Design....272
13.2.2.1 Лежишна греда....272
13.2.2.2 Стуб....276
13.2.3 Контрола носивости стуба / Design resistance....277
13.2.3.1 Носивост на савијање са аксијалном силом / Bending with axial force....277

13.2.4 Контрола граничних стања употребљивост / Serviceability limit states 279
13.2.4.1 Контрола напона и карактеристичне ширине прслина / Stress and Crack control..279
13.3 Веза квадера и лежишне греде / Bearing pedestal-Bearing beam connection 284
13.3.1 Стуб С3 / Pier C3.....284
13.3.1.1 Прорачун споја квадера и лежишне греде / Joint of the bearing pedestals and bearing beam 284
13.3.2 Обални стубови С1 и С4 / Abutments S1 and S4 285
13.4 Наглавне греде / Pile caps.....286
13.4.1 Статички утицаји / Internal forces and moments 286
13.4.1.1 Опорци.....286
13.4.1.2 Средњи стубови.....289
13.4.2 Димензионисање / Design 294
13.4.2.1 Опорац.....294
13.4.2.1.1 Минимална и максимална арматура / Minimum and maximum reinforcement areas 294
13.4.2.1.2 Димензионисање арматуре у попречном правцу / Reinforcement in transverse direction 295
13.4.2.2 Димензионисање арматуре у подужном правцу / Reinforcement in longitudinal direction 295
13.4.2.3 Средњи стуб.....296
13.4.2.3.1 Минимална и максимална арматура / Minimum and maximum reinforcement areas 297
13.4.2.3.2 Димензионисање арматуре у попречном правцу / Reinforcement in transverse direction 297
13.4.2.3.3 Димензионисање арматуре у подужном правцу / Reinforcement in longitudinal direction 300
13.4.3 Контрола наглавне греде на пробој 302
13.4.3.1 Опорац.....302
13.4.3.2 Средњистуб.....303
13.5 Шипови / Piles.....305
13.5.1 Силе у нивоу базе шипа / Forces at pile base 306
13.5.2 Статички утицаји у најоптерећенијим шиповима услед меродавних комбинација оптерећења / Internal forces and moments for relevant load combinations 310
13.5.3 Димензионисање шипова 315
13.5.4 Контрола напона у шиповима / Stress control.....319
14. ПРИЛОГ 1: извод из геомеханичког елабората / ANNEX 1: Excerpt from the geotechnical study 323
15. ПРИЛОГ 2: хоризонтална померања конструкције без stu / ANNEX 2: horizontal movemets of structure without STU 336

1. МАТЕРИЈАЛИ/ MATERIALS

1.1 Челична конструкција/ Steel structure

Материјал челичне конструкције је из групе S355. Избор материјала пр. EN1993-1-10. / Steel structure material is from S355 group. A material choice is acc to EN1993-1-10

Table 2.1: Maximum permissible values of element thickness t in mm

Steel grade	Sub-grade	KV		Reference temperature T_{Ed} [°C]																			
		at T [°C]	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				$\sigma_{Ed} = 0{,}75\ f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0{,}50\ f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0{,}25\ f_y(t)$						
S235	JR	20	27	60	50	40	35	30	25	20	90	75	65	55	45	40	35	135	115	100	85	75	65	60
	J0	0	27	90	75	60	50	40	35	30	125	105	90	75	65	55	45	175	155	135	115	100	85	75
	J2	-20	27	125	105	90	75	60	50	40	170	145	125	105	90	75	65	200	200	175	155	135	115	100
S275	JR	20	27	55	45	35	30	25	20	15	80	70	55	50	40	35	30	125	110	95	80	70	60	55
	J0	0	27	75	65	55	45	35	30	25	115	95	80	70	55	50	40	165	145	125	110	95	80	70
	J2	-20	27	110	95	75	65	55	45	35	155	130	115	95	80	70	55	200	190	165	145	125	110	95
	M,N	-20	40	135	110	95	75	65	55	45	180	155	130	115	95	80	70	200	200	190	165	145	125	110
	ML,NL	-50	27	185	160	135	110	95	75	65	200	200	180	155	130	115	95	230	200	200	200	190	165	145
S355	JR	20	27	40	35	25	20	15	15	10	65	55	45	40	30	25	25	110	95	80	70	60	55	45
	J0	0	27	60	50	40	35	25	20	15	95	80	65	55	45	40	30	150	130	110	95	80	70	60
	J2	-20	27	90	75	60	50	40	35	25	135	110	95	80	65	55	45	200	175	150	130	110	95	80
	K2,M,N	-20	40	110	90	75	60	50	40	35	155	135	110	95	80	65	55	200	200	175	150	130	110	95
	ML,NL	-50	27	155	130	110	90	75	60	50	200	180	155	135	110	95	80	210	200	200	200	175	150	130
S420	M,N	-20	40	95	80	65	55	45	35	30	140	120	100	85	70	60	50	200	185	160	140	120	100	85
	ML,NL	-50	27	135	115	95	80	65	55	45	190	165	140	120	100	85	70	200	200	200	185	160	140	120
S460	Q	-20	30	70	60	50	40	30	25	20	110	95	75	65	55	45	35	175	155	130	115	95	80	70
	M,N	-20	40	90	70	60	50	40	30	25	130	110	95	75	65	55	45	200	175	155	130	115	95	80
	QL	-40	30	105	90	70	60	50	40	30	155	130	110	95	75	65	55	200	200	175	155	130	115	95
	ML,NL	-50	27	125	105	90	70	60	50	40	180	155	130	110	90	75	65	200	200	200	175	155	130	115
	QL1	-60	30	150	125	105	90	70	60	50	200	180	155	130	110	95	75	215	200	200	200	175	155	130
S690	Q	0	40	40	30	25	20	15	10	10	65	55	45	35	30	20	20	120	100	85	75	60	50	45
	Q	-20	30	50	40	30	25	20	15	10	80	65	55	45	35	30	20	140	120	100	85	75	60	50
	QL	-20	40	60	50	40	30	25	20	15	95	80	65	55	45	35	30	165	140	120	100	85	75	60
	QL	-40	30	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	190	165	140	120	100	85	75
	QL1	-40	40	90	75	60	50	40	30	25	135	115	95	80	65	55	45	200	190	165	140	120	100	85
	QL1	-60	30	110	90	75	60	50	40	30	160	135	115	95	80	65	55	200	200	190	165	140	120	100

Усвојено:

t≤35mm**: S355J2**, **S355K2**
t>35mm: **S355K2, S460ML**

Standard and steel grade	Nominal thickness of the element t [mm]			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_y [N/mm^2]	f_u [N/mm^2]	f_y [N/mm^2]	f_u [N/mm^2]
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490
EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550

1.2 Бетон/ Concrete

Коловозна плоча/ Deck plate: C35/45 - SRPS EN 1992-1-1:

Стубови/ Abutment and piers C30/37 - SRPS EN 1992-1-1:

Наглавне греде и шипови/ Pile caps and piles C30/30 - SRPS EN 1992-1-1:

Strength classes for concrete															Analytical relation / Explanation
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck}+8$(MPa)
f_{ctm} (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm}=0,30\times f_{ck}^{(2/3)}\leq$C50/60 $f_{ctm}=2,12\ \ln(1+(f_{cm}/10))$ > C50/60
$f_{ctk,0.05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk,0.05} = 0,7\times f_{ctm}$ 5% fractile
$f_{ctk,0.95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk,0.95} = 1,3\times f_{ctm}$ 95% fractile
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22[(f_{cm})/10]^{0,3}$ (f_{cm} in MPa)
ε_{c1} (‰)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	see Figure 3.2 $\varepsilon_{c1}(^0/_{00}) = 0,7\ f_{cm}^{0,31} < 2,8$
ε_{cu1} (‰)	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	see Figure 3.2 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{cu1}(^0/_{00})=2,8+27[(98-f_{cm})/100]^4$
ε_{c2} (‰)	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	see Figure 3.3 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{c2}(^0/_{00})=2,0+0,085(f_{ck}-50)^{0,53}$
ε_{cu2} (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	see Figure 3.3 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{cu2}(^0/_{00})=2,6+35[(90-f_{ck})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $n=1,4+23,4[(90-f_{ck})/100]^4$
ε_{c3} (‰)	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	see Figure 3.4 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{c3}(^0/_{00})=1,75+0,55[(f_{ck}-50)/40]$
ε_{cu3} (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	see Figure 3.4 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{cu3}(^0/_{00})=2,6+35[(90-f_{ck})/100]^4$

Table 3.1 Strength and deformation characteristics for concrete

1.1.1 Коефицијент течења/ Creep factor

$$\varphi_{(t,t0)} = \left[1+\frac{1-\frac{RH}{100}}{0.1\cdot\sqrt[3]{h_0}}\cdot\alpha_1\right]\cdot\alpha_2\cdot\left[\frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}}\right]\cdot\left[\frac{1}{0.1+t_0^{0.2}}\right]$$

$$\alpha_1 = \left(\frac{35}{f_{cm}}\right)^{0.7} = 0.866,\ \alpha_2 = \left(\frac{35}{f_{cm}}\right)^{0.2} = 0.960$$

$$\varphi_{(t,t0)} = \left[1+\frac{1-0.8}{0.1\cdot\sqrt[3]{600}}\cdot 0.866\right]\cdot 0.96\cdot\left[\frac{16.8}{\sqrt{43}}\right]\cdot\left[\frac{1}{0.1+t_0^{0.2}}\right] = \frac{2.965}{0.1+t_0^{0.2}}$$

$$n_L = n_0\cdot\left(1+\psi_L\cdot\varphi(t,t_0)\right),\ n_0 = 21000/3400 = 6.18$$

Оптерећење	т0 (дани)	$\varphi_{(t,t0)}$	n_L
Додатно стално/ Dead load	40	1.353	15.37
Скупљање/ Shrinkage	1	2.695	15.34

1.1.2 Коефицијент скупљања/ Shrinkage factor

Скупљање услед сушења/ Drying shrinkage

Класа цемента: N $\Rightarrow \alpha_{ds1}=4.0, \alpha_{ds2}=0.12$

$$\varepsilon_{cd,0}=0.85\left[(220+110\cdot\alpha_{ds1})\cdot\exp(-\alpha_{ds2}\cdot\frac{f_{cm}}{f_{cm0}}\right]\cdot10^{-6}\cdot\beta_{RH}$$

$$\beta_{RH}=1.55\left[1-\left(\frac{RH}{RH_0}\right)^{0.3}\right]=1.55\left[1-0.8^{0.3}\right]=0.7564$$

$$\varepsilon_{cd,0}=0.85\left[(220+110\cdot4.0)\cdot\exp(-0.12\cdot\frac{f_{cm}}{f_{cm0}})\right]\cdot10^{-6}\cdot0.7564=2.53\cdot10^{-4}$$

$$\varepsilon_{cd,t}=\beta_{ds}(t,t_s)\cdot k_h\cdot\varepsilon_{cd,0}$$

$$\beta_{ds}(t,t_s)=\frac{(t-t_s)}{(t-t_s)+0.04\sqrt{h_0^3}},\ h_0=\frac{2\cdot A_c}{u}=\frac{2\cdot2.28}{9.6}=0.6m\Rightarrow k_h=0.7$$

$$\beta_{ds}(t,t_s)=\frac{(60-1)}{(60-1)+0.04\sqrt{600^3}}=0.091,$$ за т=60 дана

$$\varepsilon_{cd,t}=0.091\cdot0.7\cdot2.53\cdot10^{-4}=1.6\cdot10^{-5}$$

Аутогено скупљање/ Autogenous shrinkage

$$\varepsilon_{ca}(t)=\beta_{as}(t)\cdot\varepsilon_{ca}(\infty)$$

$$\varepsilon_{ca}(\infty)=2.5(f_{ck}-10)\cdot10^{-6}=2.5(35-10)\cdot10^{-6}=62.5\cdot10^{-6}$$

$$\beta_{as}(t)=1-\exp\left(-0.2\cdot\sqrt{t}\right)=0.787$$

$$\varepsilon_{ca}(t=60)=0.787\cdot62.5\cdot10^{-6}=4.92\cdot10^{-5}$$

Термичко скупљање/ Thermal shrinkage

$$\Delta T=20^{\circ}C$$

$$\varepsilon_{th}=\alpha_{th}\cdot\frac{\Delta T}{2}=1.05\cdot10^{-4}$$

Укупно скупљање/ Total shrinkage

т=60 дана

$$\varepsilon_{cs}=1.6\cdot10^{-5}+4.92\cdot10^{-5}+1.05\cdot10^{-4}=1.7\cdot10^{-4}$$

т=∞

$$\varepsilon_{cs}=6.52\cdot10^{-5}+\varepsilon_{cs(\infty)}$$

$$\varepsilon_{cs(\infty)}=k_h\cdot\varepsilon_{cd,0}=0.7\cdot2.53\cdot10^{-4}=1.77\cdot10^{-4}$$

$$\varepsilon_{cs}=2.4\cdot10^{-4}$$

1.3 Можданици/ Studs

Аутоматски заварени можданици ISO 13918:2007: ISO13918:2007–SD1–22x200-B
Завариване можданика према: EN ISO 14555:2008

Table 2 — Materials and mechanical characteristics of finished studs

Symbol	Material/ Material group/ Property class	Standard	Mechanical properties of the finished stud
PD RD UD ID	4.8	ISO 898-1	See ISO 898-1
	A2-50, A2-70, A4-50, A4-70, A5-50, A5-70	ISO 3506-1	See ISO 3506-1
SD1	Material group 1 with the limits: C ⩽ 0,2 % [a] CEV ⩽ 0,35 [a] Al ⩾ 0,02 % [a, b]	ISO/TR 15608	$R_m \geqslant 450$ N/mm^2 $R_{eH} \geqslant 350$ N/mm^2 $A_5 \geqslant 15$ %
SD2			R_m = 400 N/mm^2 to 550 N/mm^2 $R_{eH} \geqslant 235$ N/mm^2 $R_{p0,2} \geqslant 235$ N/mm^2 $A_5 \geqslant 20$ %
SD3	1.4301 1.4303	EN 10088-1	R_m = 500 N/mm^2 to 780 N/mm^2 $R_{p0,2} \geqslant 350$ N/mm^2 $A_5 \geqslant 25$ %
PS US IS	4.8	ISO 898-1	See ISO 898-1
	A2-50	ISO 3506-1	See ISO 3506-1
PT UT IT	4.8	ISO 898-1	See ISO 898-1
	A2-50	ISO 3506-1	See ISO 3506-1
	CuZn37	EN 12166	$R_m \geqslant 370$ N/mm^2
	1050A	EN 573-3	$R_m \geqslant 100$ N/mm^2
	5754	EN 1301-2	$R_m \geqslant 230$ N/mm^2

[a] Values from the ladle analysis.

[b] If other elements for killing are used, they shall be reported in the inspection document.

1.4 Завртњеви/ Bolts

Високовредни завртњеви к.ч. 10.9 (Класа споја Ц, према EN 1993-8)

1.5 Арматура/ Reinforcement

Карактеристике материјала: EN 10080:2005

Оребрене шипке: B500

Граница развлачења: f_{yk}=500N/mm^2

1.6 Парцијални коефицијенти за материјале/ Material partial factors

За гранична стања носивости (ULS):

Design situation	γ_C (concrete)	γ_S (reinforcement)	γ_M (structural steel)		γ_V (studs)
Persistent Transient	1.5	1.15	γ_{M0} = 1.0	Yielding, local instability
			γ_{M1} = 1.1	Resistance of members to instability
			γ_{M2} = 1.25	Resistance of joints
Reference	EN1992-1-1, 2.4.2.4		EN1993-2, 6.1 and Table 6.2		EN1994-2, 2.4.1.2 + National Annex

За замор:

$\gamma_{C,fat}$ (concrete)	$\gamma_{S,fat}$ (reinforcement)	γ_{Mf} (structural steel)			$\gamma_{Mf,s}$ (studs)
1.5	1.15	Assessment method	Low consequence of failure	High consequence of failure	1.25
		Damage tolerant	1.0	1.15	
		Safe life	1.15	1.35	
EN1992-1-1, 2.4.2.4		EN1993-1-9, Table 3.1			EN1994-2, 6.8.2 + National Annex

За гранична стања употерблјивости (SLS):

γ_C (concrete)	γ_S (reinforcement)	$\gamma_{M,ser}$ (structural steel)	γ_V (studs)
1.0	1.0	1.0	1.25
EN1992-1-1, 2.4.2.4		EN1993-2, 7.3 (1)	***Note**: The stud resistance P_{Rk} is modified between SLS and ULS, and not the value of γ_V.* EN1994-2, 6.8.1 (3)

2. АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА/ LOADS

Преглед дејстава / Loads overview:

Стална дејства / Permanent loads (G)	Тежина конструкције/ Selfweight		$G_{k,1}$
	Додатне сталне тежине/ Dead load		$G_{k,2}$
	Скупљање/ Shrinkage		**Shr**
Променљива саобраћајна дејства/ Traffic loads (Q)	Железнички саобраћај модели LM71, SW0, SW2/ Load modela LM71, SW0, SW2		$Q_{k,1}$
	Неоптерећени воз/ Unloaded train		$Q_{k,2}$
	Модели оптерећења за замор/ Fatigue load models		$Q_{k,3}$
	Оптерећење на ревизионим стазама/ Revision paths load		Q_{fk}
	Хоризонталне силе	Центрифугалне силе/ Centrifugal force	$Q_{тк}$
		Силе бочног удара/ Nosing force	$Q_{ск}$
		Силе коченја и покретања/ Traction and braking	Q_{lbk}, Q_{abk}
Променљива дејства (Q)	Дејство ветра/ Wind load		$F_{wк}$
	Дејство температуре/ Temparatur load		$T_к$
	Дејство снега/ Snow		$Q_{sn,k}$
Сеизмичка дејства (E)	Сеизмичка дејства/ Seismic load		Q_{Ek}

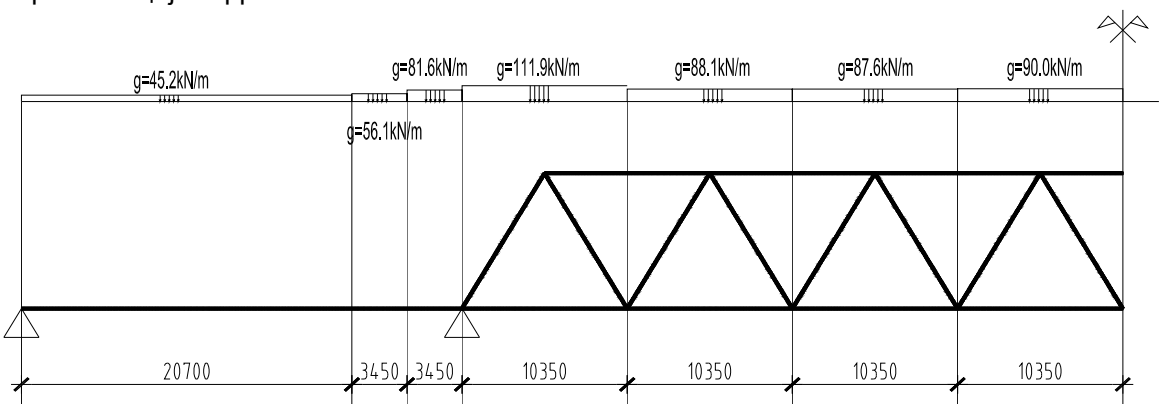
2.1 Сопствена тежина конструкције / Self-weight $G_{k,1}$

Челична конструкција/ Steel structure

Сопствена тежина челичне конструкције је задата аутоматски у програмском пакету. Маса челичне конструкције је увећана (≈17%) како би се обухватила маса укрућења и чворних лимова.

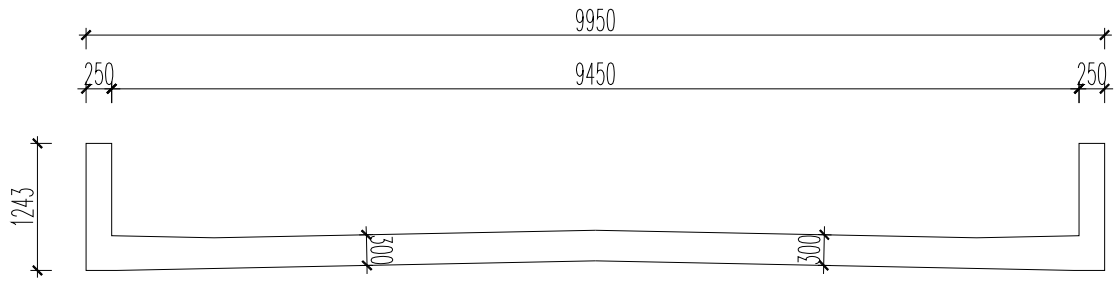
Self-weight of steel structure is automatically conducted by software. This weight is increased (≈17%) to include stiffeners and connection plates.

Апроксимација/ Approximation:



Информативно: Маса у моделу 1060t,Процењена маса челичне конструкције 1020t
Informative: Mass in model 1060t, Approximativa mass of steel structure 1020t

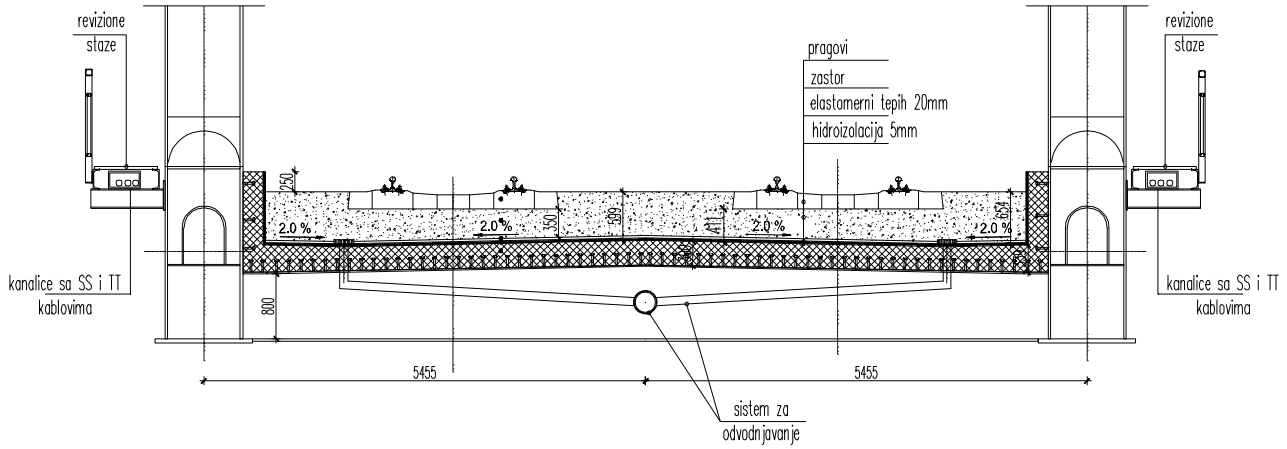
Коловозна АБ плоча/ Carriageway plate
Армирано бетонска плоча d=30cm, са граничницима застора (27.8kN/m^3)/ Deck plate with side walls (27.8kN/m^3)



Површина у попречном пресеку/ Cross section area:
A=3.50m^2
g=3.50x27.8=97.3kN/m

Укупно Коловозна АБ плоча / Total Carriageway plate **…….97.3kN/m**

2.2 **Додатно стално оптерећење / Dead load $G_{k,2}$**



		Са девијацијом према/ With Deviation acc SRPS EN 1991-1-1
Шине/ Tracks (SRPS EN 1991-1-1, табела A.6) Тип/Type: UIC60 ……2x1.2kN/m’	2.40 kN/m’	2.40 kN/m’
Прагови са шинским прибором/ Sleepers with track fastenings (SRPS EN 1991-1-1, табела A.6) Тип/Type: бетонски преднапрегнути праг/ prestressed concrete sleeper ……2x4.8kN/m’	9.60 kN/m’	9.60 kN/m’
Застор без прагова/ Ballast without sleepers (SRPS EN 1991-1-1, табела A.6) Тип/Type: нормалан/normal (20kN/m3) Површина у попречном пресеку/ Cross section area: A=5.835m^2 g=5.835x20.0=116.7kN/m Умањење за прагове урођене у застор/ Reduction due to sleepers immeresed in ballast 9.6x2.0/2.5=7.68kN/m ……116.7-7.68	109.02 kN/m’	1.3x109.02= 141.73kN/m’

Еластомерни тепих/ Elastomeric mat 2.0cm ……9.5x0.02x10	1.90 kN/m’	1.90 kN/m’
Hidroizolacija/ Waterproofing ……11.80x0.005x10	0.59kN/m’	1.2x0.59= 0.71kN/m’
Ограде/ Parapets ……2x0.5kN/m’	1.00 kN/m’	1.00 kN/m’
Ревизионе стазе/ Revision paths Конзоле/Consoles HEB240 .....0.6kN/m’ Подужни носачи/ Longitudinal beams 4xUNP240 ..... 1.33 kN/m’ Решеткаста газишта/ Latice tread .....1.40kN/m’	3.33 kN/m’	3.33 kN/m’
Инсталације/ Instalations Каналице са СС и ТТ кабловима/ Channels with SS and TT cables .....2.0kN/m’ Систем за одводњавање/ Drainage system .....1.5kN/m’	3.50 kN/m’	3.50 kN/m’
Укупно/ Total	**131.3kN/m’**	**164.17 kN/m’**
За прорачун граничних стања носивости усваја се Gk,2=165kN/m’ **For ultimate limit states (ULS) value Gk,2=165kN/m’ is adopted**		

Тежина земље/ Soil

Тежина тла на насипу иза крилних зидова / Gravel wedge backfill $G_{ert,1}=7.4\cdot20=148kN/m^2$

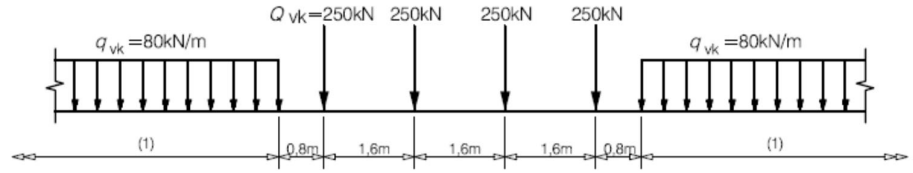
Тежина тла на насипу са предње стране стуба / Soil backfill on abutments $G_{ert,2}=2\cdot19=38kN/m^2$

Тежина тла на насипу код средњих стубова / Soil backfill on piers $G_{ert,2}=3.8\cdot19=72kN/m^2$

2.3 Саобраћајна оптерећења / Traffic loads

2.3.1 Вертикална оптерећења за статичку анализу / Vertical traffic loads structure analysis

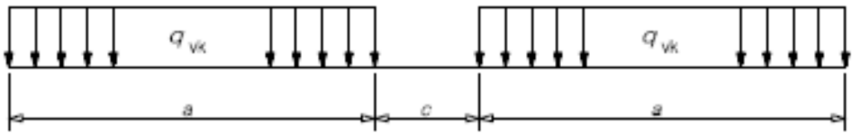
(1) Шема оптерећења LM71 (Load Model 71)
Нормални железнички саобраћај на главним железничким линијама. Карактеристичне вредности оптерећења: / Normal rail traffic. Characteristic values:



Key
(1) No limitation

Коефицијент α=1.21

(2) Šema opterećenja SW/2 /Load Model SW/2
Teška opterećenja/ Hevy load
Karakteristične vrednosti opterećenja/ Characteristic values:



q_{vk}=150kN/m, a = 25.0m, c = 7.0m, Koeficijent α=1.0

(3) Шема оптерећења „неоптерећен воз“ /Load Model „unloaded train“
Карактеристичне вредности оптерећења/ Characteristic value: $q_{вк}$=10.0 kN/m’

(4) Ревизионе стазе/ Revision paths EN1991-2 t.6.3.7
Карактеристичне вредности оптерећења/ Characteristic values:
q_{fk}=5.0 kN/m’ – равномерно распоређено оптерећење/ Uniformly distributed load
Qk=2.0 kN – концентрисано оптерећење за проверу локалних елемената. Наноси са на квадрат са страницом a=200mm/ Concentrated load for local elements to be taken into account and applied on a square surface with a 200 mm side

2.3.2 Динамички коефицијенти за статичку анализу / Dynamic factors for structural analysis

Према/ Acc to: SRPS EN 1991-2:2003 т.6.4.5
Одржаване колосека/ Maintenance: Стандардно/ Standard

$$\Rightarrow \Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\Phi} - 0.2} + 0.73 \text{, уз } 1.0 \le \Phi_3 \le 2.0$$

$L_Φ$ = меродавна дужина (према EH1991-2:2003 т.6.4.5.3)

Елемент/ Element	L	Lf	Φ_3
Бетонска плоча/ Concrete deck	3.50	2x3.50=7.00	1.613
Крајњи попречни носачи/ End cross beams	10.91	3.50	2.000
Остали попречни носачи/ Middle cross beams	10.91	2x10.91=21.82	1.213
Главни носач/ Main girder	27.6+82.8.27.6	59.8*	1.016

* $L_{Φ,главни носач}$=kxL_m, L_m=1/3(27.6+82.8+27.6)=46m; k=1.3; $L_Φ$ =1.3x46=59.8m

2.3.3 Вертикална оптерећења за прорачун замора/ Vertical loads for fatigue analysis

Прорачун замора је урађен према појадностављеној шеми - LM71, са динамичким коефицијентом Φ_2 у складу са SRPS EN 1993-2 т.9.2.3. Fatigue analysis is derived with simplified load model LM71 and dynamic factor Φ_2 acc to SRPS EN 1993-2 ch.9.2.3.

2.3.3.1 Динамички коефицијенти за прорачун замора/ Dynamic factors for structural analysis

Према/ Acc to: SRPS EN 1991-2:2003 т.6.4.5, ЕН 1993-2 т.9.2.3

$$\Phi_2 = \frac{1.44}{\sqrt{L_\Phi} - 0.2} + 0.82 \quad \text{, уз } 1.00 \le \Phi_2 \le 1.67$$

L_Φ = меродавна дужина (према ЕН1991-2:2003 т.6.4.5.3)

Елемент/ Element	L	L_Φ	Φ_2
Бетонска плоча/ Concrete deck	3.50	2x3.50=7.00	1.408
Крајњи попречни носачи/ End cross beams	10.91	3.50	1.682
Остали попречни носачи/ Middle cross beams	10.91	2x10.91=21.82	1.142
Главни носач/ Main girder	27.6+82.8.27.6	59.8*	1.011

2.3.4 Силе од кочења и покретања воза/ Traction and braking

Према/Acc to: SRPS EN1991-2:2003 t.6.5.3
Карактеристичне вредности/ Characteristic values:

Traction force: $Q_{lak} = 33$ [kN/m] $L_{a,b}$ [m] ≤ 1000 [kN] for Load Models 71, SW/0, SW/2 and HSLM (6.20)

Braking force: $Q_{lbk} = 20$ [kN/m] $L_{a,b}$ [m] ≤ 6000 [kN] for Load Models 71, SW/0 and Load Model HSLM (6.21)

Напомене/ Notes:

- делује у нивоу горње ивице шине, у правцу осе колосека/ acting at the top of the rails in the longitudinal direction of the track,
- множи се са коефицијентом α=1.21/ should be multiplied with α=1.21,
- не множи се са коефицијентом Φ/ should not be multiplied with factor Φ

Максималне карактеристичне вредности/ Max characteristic values:

- сила покретања/ traction:
  $Q_{lak,\max,LM71,SW/2} = 33kN/m \cdot 139m = 4587kN \Rightarrow Q_{lak,\max,LM71,SW/2} = 1000kN$
- Сила кочења/ Braking:
  $Q_{lbk,\max,LM71} = 20kN/m \cdot 139m = 2780kN$

2.3.5 Сила бочног удара / Nosing force

Према/ Acc to: SRPS EN1991-2:2003 т.6.5.2
Карактеристична вредност/ Characteristic value: $Q_{sk} = 100kN$

Напомене/ Notes:

- делује у нивоу горње ивице шине, управно на осу колосека, acting at the top of the rails in the perpendicular direction of the track
- множи се са коефицијентом α=1.21, should be multiplied with α=1.21,
- не множи се са коефицијентом Φ, should not be multiplied with factor Φ

2.3.6 Центрифугалне силе/ Centrifugal forces

Према/ Acc to: SRPS EN1991-2:2003 т.6.5.1
Пруга није у кривини, центрифугална сила се не разматра/ Truck is not curved, centrifugal force is not considered.

2.3.7 Групе саобраћајних оптерећења/ Groups of traffic loads

Према/ Acc to: SRPS EN1991-2:2003 т.6.8.2

Table 6.11 - Assessment of Groups of Loads for rail traffic (characteristic values of the multicomponent actions)

number of tracks on structure			Groups of loads			Vertical forces			Horizontal forces			Comment
			Reference EN 1991-2			6.3.2/6.3.3	6.3.3	6.3.4	6.5.3	6.5.1	6.5.2	
1	2	≥ 3	number of tracks loaded	Load Group(8)	Loaded track	LM 71(1) SW/0 (1), (2) HSLM(6)(7)	SW/2 (1),(3)	Unloaded train	Traction, Braking (1)	Centrifugal force (1)	Nosing force (1)	
			1	gr11	T_1	1			1 (5)	0,5 (5)	0,5 (5)	Max. vertical 1 with max. longitudinal
			1	gr 12	T_1	1			0,5 (5)	1 (5)	1 (5)	Max. vertical 2 with max. transverse
			1	gr 13	T_1	1 (4)			1	0,5 (5)	0,5 (5)	Max. longitudinal
			1	gr 14	T_1	1 (4)			0,5 (5)	1	1	Max. lateral
			1	gr 15	T_1			1		1 (5)	1 (5)	Lateral stability with "unloaded train"
			1	gr 16	T_1		1		1 (5)	0,5 (5)	0,5 (5)	SW/2 with max. longitudinal
			1	gr 17	T_1		1		0,5 (5)	1 (5)	1 (5)	SW/2 with max. transverse
			2	gr 21	T_1 T_2	1 1			1 (5) 1 (5)	0,5 (5) 0,5 (5)	0,5 (5) 0,5 (5)	Max. vertical 1 with max longitudinal
			2	gr 22	T_1 T_2	1 1			0,5 (5) 0,5 (5)	1 (5) 1 (5)	1 (5) 1 (5)	Max. vertical 2 with max. transverse
			2	gr 23	T_1 T_2	1 (4) 1 (4)			1 1	0,5 (5) 0,5 (5)	0,5 (5) 0,5 (5)	Max. longitudinal
			2	gr 24	T_1 T_2	1 (4) 1 (4)			0,5 (5) 0,5 (5)	1 1	1 1	Max. lateral
			2	gr 26	T_1 T_2	1	1		1 (5) 1 (5)	0,5 (5) 0,5 (5)	0,5 (5) 0,5 (5)	SW/2 with max. longitudinal
			2	gr 27	T_1 T_2	1	1		0,5 (5) 0,5 (5)	1 (5) 1 (5)	1 (5) 1 (5)	SW/2 with max. transverse
			≥3	gr 31	T_1	0.75			0.75 (5)	0.75 (5)	0.75 (5)	Additional load case

(1) All relevant factors (α, Φ, f, ...) shall be taken into account.
(2) SW/0 shall only be taken into account for continuous beam structures.
(3) SW/2 needs to be taken into account only if it is stipulated for the line.
(4) Factor may be reduced to 0,5 if favourable effect, it cannot be zero.
(5) In favourable cases these non-dominant values shall be taken equal to zero.
(6) HSLM and Real Trains where required in accordance with 6.4.4 and 6.4.6.1.1.
(7) If a dynamic analysis is required in accordance with 6.4.4 see also 6.4.6.5(3) and 6.4.6.1.2.
(8) See also Table A2.3 of EN 1990

Dominant component action as appropriate

to be considered in designing a structure supporting one track (Load Groups 11-17)

to be considered in designing a structure supporting two tracks (Load Groups 11-27 except 15). Each of the two tracks shall be considered as either T_1 (Track one) or T_2 (Track 2)

to be considered in designing a structure supporting three or more tracks; (Load Groups 11 to 31 except 15. Any one track shall be taken as T_1, any other track as T_2 with all other tracks unloaded. In addition the Load Group 31 has to be considered as an additional load case where all unfavourable lengths of track T_i are loaded.

Коментар:
Максимални утицаји код двоколосечних мостова су од група 21-27 (оптерећена оба колосека).
Групе 11-14 нису релевантне код мостова у правцу где су оба колосека између главних носача.

Разматране су следеће групе оптерећења/ Following traffic load groups were considered :

GR21a=1.21x(LM71+LM71)+1.0xTR/BRA+0.5xNo
GR21b=1.21x(LM71+SW0)+1.0xTR/BRA+0.5xNo – разматран носач уз LM71/ girder next to LM71
GR21c=1.21x(SW0+LM71)+1.0xTR/BRA+0.5xNo – разматран носач уз SW0/ girder next to SW0

GR22a=1.21x(LM71+LM71)+0.5xTR/BRA+1.0xNo
GR22b=1.21x(LM71+SW0)+0.5xTR/BRA+1.0xNo
GR22c=1.21x(SW0+LM71)+0.5xTR/BRA+1.0xNo

GR26a=1.21xLM71+SW2+1.0xTR/BRA+0.5xNo
GR26b=SW2+1.21xLM71+1.0xTR/BRA+0.5xNo
GR26c=1.21xSW0+SW2+1.0xTR/BRA+0.5xNo
GR26d=SW2+1.21xSW0+1.0xTR/BRA+0.5xNo

GR27a=1.21xLM71+SW2+0.5xTR/BRA+1.0xNo
GR76b=SW2+1.21xLM71+0.5xTR/BRA+1.0xNo
GR27c=1.21xSW0+SW2+0.5xTR/BRA+1.0xNo
GR27d=SW2+1.21xSW0+0.5xTR/BRA+1.0xNo

2.4 Притисак тла / Earth pressure

Хоризонтални притисци тла одређени су у складу са одредбама стандарда СРПС ЕН 1997-1 односно СРПС ЕН 1997-1/НА.

Horizontal earth pressure determined in accordance with the provisions of SRPS EN 1997-1 and SRPS EN 1997-1 / NA.

Висина обалног стуба	H=7.95 m	Парцијални фактор за ефективни угао унутрашњег трења γ_φ'=1.0 (M1)
Запреминска тежина земље	γ=20 kN/m^3	
Угао унутрашњег трења насипа	$\varphi' = 35°$	Тежина застора на насипу 0.7·20=14kN/m^2
Угао нагиба	β=0	
Површине премазане битуменом	δ=0	

Активни притисак тла:

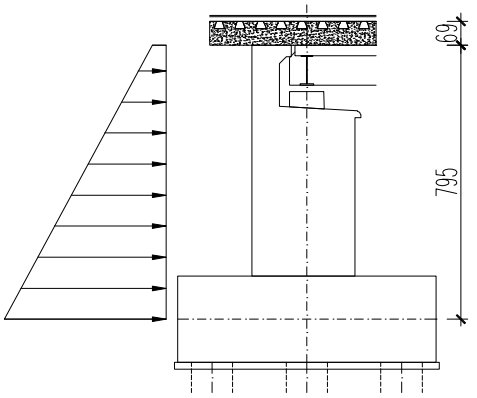
Насип $p^*_{ah}=K_{ah}\cdot\gamma\cdot H= \tan^2(45-\varphi'/2)\cdot 14 = 0.27\cdot 14=4kN/m^2$

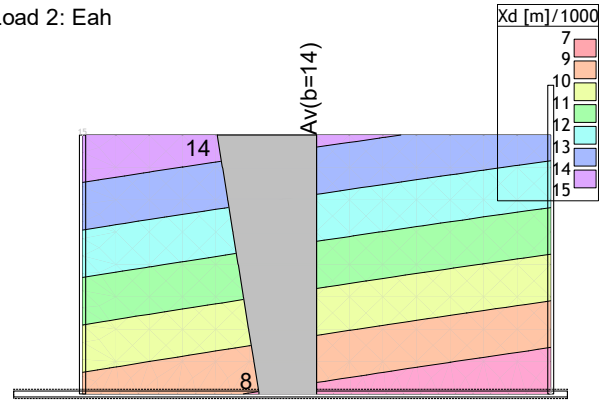
$p_{ah}= p^*_{ah} +K_{ah}\cdot\gamma\cdot H=4+ \tan^2(45-\varphi'/2)\cdot 20\cdot 7.95 =4+0.27\cdot 159=47kN/m^2$

Притисак тла у миру:

Насип **$p^*_0= K_0\cdot\gamma\cdot H= (1-\sin\varphi')\cdot 14.2 = 0.426\cdot 14=6kN/m^2$**

$p_0= p^*_0+K_0\cdot\gamma\cdot H=6+(1-\sin\varphi')\cdot 20\cdot 5.8 =6+0.426\cdot 159=74kN/m^2$





Frame: V_1
Slab Results: max Xd= 15 / min Xd= 7 m / 1000

v/h=(14-8)mm/7.95m= 0.08% <0.1% - ангажује се притисак тла у миру (СРПС ЕН 1997-1, Табела Ц.1).

v/h=(14-8)mm/7.95m= 0.08% <0.1% - it is mobilised earth pressure at rest (SRPS EN 1997-1, Table C.1).

2.4.1.1 Еквивалентно оптерећење за притисак земље / Equivalent vertical loading for arth pressure $\Delta E_{d,Qv}$

Еквивалентно саобраћајно оптерећење за прорачун притисака земље на обалне стубове, сходно поглављу 6.3.6.4 стандарда СРПС ЕН 1991-2, може се узети као једнако подељено оптерећење које делује на ширини од 3m:

$1.21\cdot 80 / 3 = 32.3kN/m^2$ $\quad 1.21\cdot 4\cdot 250 / 6.4\cdot 3 = 63kN/m^2$

За стање у миру → $\Delta p_{0,Qv} = 0.426\cdot 32.3 = 13.8kN/m^2$ $\quad \Delta p_{0,Qv} = 0.426\cdot 63 = 26.8kN/m^2$

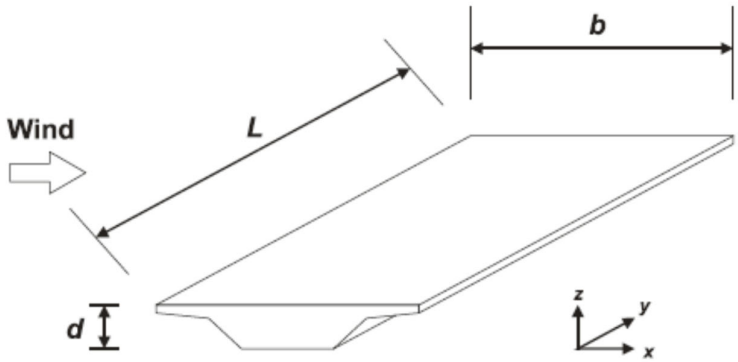
For global effects, the equivalent characteristic vertical loading, due to rail traffic actions, for calculation of earth pressure defined in accordance with SRPS EN 1991-2, 6.3.6.4.

$1.21\cdot 80 / 3 = 32.3kN/m^2$ $\quad 1.21\cdot 4\cdot 250 / 6.4\cdot 3 = 63kN/m^2$

For at rest pressure → $\Delta p_{0,Qv} = 0.426\cdot 26.7 = 11.4kN/m^2$ $\quad \Delta p_{0,Qv} = 0.426\cdot 63 = 26.8kN/m^2$

2.5 Оптерећења од ветра / Wind actions

Према/ Acc to: SRPS EN 1991-1-4:2012 + HA:2017
Правци деловања ветра на мост/ Wind directions:



L – дужина моста
b – ширина моста
d – висина моста

pravac x – правац управан на подужну осу моста
pravac y – правац паралелан са подужном осом моста
pravac z – правац управан на коловоз

2.5.1 Фундаментална основна брзина ветра/ Fundamental wind velocity

Фундаментална основна брзина ветра/ Fundamental basic wind velocity	$v_{b,0}$ =21.0m/s
Време осредњавања/ Averaging time	t=600s
Повратни период/ Mean return period	T=50 година
Висина изнад терена/ Height above ground level	h=10m

2.5.2 Основна брзина ветра/ Basic wind velocity

Према/ Acc to: SRPS EN1991-1-4:2005+A1, t.4.2

$$v_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0} = 21.0 m/s$$

коефицијент правца/ directional factor: c_{dir}=1.0
коефицијент сезонског деловања/ season factor: c_{season}=1.0

2.5.3 Средња брзина ветра/ Mean wind velocity

Према/ Acc to: SRPS EN1991-1-4:2005+A1, t.4.2

$$v_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0} = 21.0 m/s$$

- Коефицијент храпавости/ roughness factor c_r

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{за} \quad z_{min} \le z \le z_{max}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \quad \text{за} \quad z \le z_{min} \qquad (4.4)$$

где је:

z_0 дужина храпавости;

k_r коефицијент терена који зависи од дужине храпавости z_0, а сачунава се коришћењем израза:

$$k_r = 0{,}19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0{,}07} \qquad (4.5)$$

где је:

$z_{0,II}$ = 0,05 m (терен категорије II, табела 4.1);

z_{min} минимална висина, дефинисана у табели 4.1;

z_{max} треба да буде узето као 200 m.

Величине z_0, z_{min} зависе од категорије терена. Препоручене вредности за пет репрезентативних категорија терена дате су у табели 4.1.

Табела 4.1 — Категорије терена и параметри терена

Категорија терена		z_0 m	z_{min} m
0	Море или обално подручје изложено отвореном мору	0,003	1
I	Језера или равничарска и хоризонтална површина са занемарљивом вегетацијом и без препрека	0,01	1
II	Површина са ниском вегетацијом, као што је трава, и изолованим препрекама (дрвеће, зграде) које су удаљене за најмање 20 висина препреке	0,05	2
III	Површина са редовном прекривеношћу вегетацијом или зградама или, пак, изолованим препрекама које су удаљене за највише 20 висина препреке (као што су села, приградски терени, непрекидна шума)	0,3	5
IV	Површина на којој је најмање 15 % површине прекривено зградама, чија просечна висина прелази 15 m	1,0	10
НАПОМЕНА Категорије терена илустроване су у А.1.			

Висина изнад терена: $z_{sr} = 12.0m$

Дужина храпавости: $z_0 = 0.05m$, $z_{0,II} = 0.05m$

Минимална висина: $z_{\min} = 2.0m$

Максимална висина: $z_{\max} = 200.0m$

Фактор терена: $k_r = 0.19\left(\frac{0.05}{0.05}\right)^{0.07} = 0.19$

Фактор храпавости: $c_r = 0.19 \cdot \ln\left(\frac{12}{0.05}\right) = 1.04$

- Коефицијент топографије/ orography factor c_o

  $c_o = 1.0 \rightarrow$ препоручна вредност/ recommended value SRPS EN1991-1-4:2005+A1, t.4.3.1

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 1.04 \cdot 1.0 \cdot 21.0 = 21.84 m/s$$

2.5.4 Интензитет торбуленције

Према/Acc to: SRPS EN1991-1-4:2005+A1, t.4.4

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_I}{c_o(z)\cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{за} \quad z_{min} \le z \le z_{max}$$

(4.7)

$$I_v(z) = I_v(z_{min}) \quad \text{за} \quad z < z_{min}$$

где је:

k_I коефицијент турбуленције; вредност коефицијента k_I може да буде дата у националном прилогу; препоручена вредност за коефицијент k_I је 1,0;

c_o коефицијент топографије, онако како је описано у 4.3.3;

z_0 дужина храпавости, дата у табели 4.1.

$$I_v(z) = \frac{1.0}{1.0\cdot \ln\left(\frac{12.0}{0.05}\right)} = 0.182$$

$$\sigma_v = k_r v_b k_I = 0.19\cdot 21.0\cdot 1.0 = 3.99$$

2.5.5 Ударни притисак ветра/ Peak velocity pressure

Одређивање према: EN1991-1-4:2005+A1, t.4.5

$$q_p(z) = \left[1+7\cdot I_v(z)\right]\cdot \tfrac{1}{2}\cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z)\cdot q_b$$

$$q_p(12m) = \left[1+7\cdot 0.182\right]\cdot 0.5\cdot 1.25\cdot 10^{-3}\cdot 21.84^2 = 0.678 kN/m^2$$

$$q_b = 0.5\cdot \rho \cdot v_m^2(z)\cdot 10^{-3} = 0.276 kN/m^2$$

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{0.678}{0.276} = 2.46$$

2.5.6 Силе у правцу X/ Forces in X direction

Према/Acc to: SRPS EN1991-1-4:2005+A1, t.8.3.

v_b – основна брзина ветра/ basic wind velocity

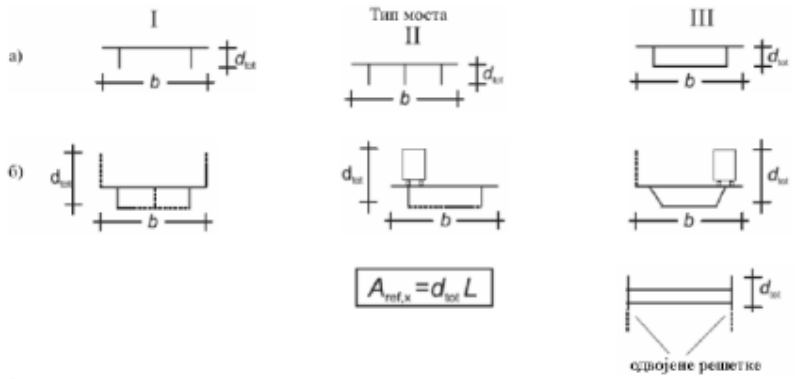
C – коефицијент оптерећења/ = $c_e c_{f,x}$

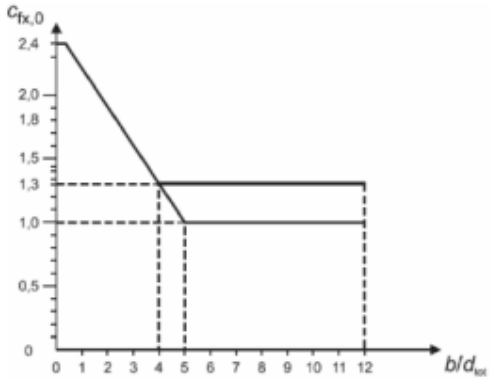
$A_{ref,x}$ – референтна површина у X правцу/ Reference area in X direction

Коефицијенти силе/ Force coefficient

Доњи појас/ Bottom chord

SRPS EN 1991-1-4

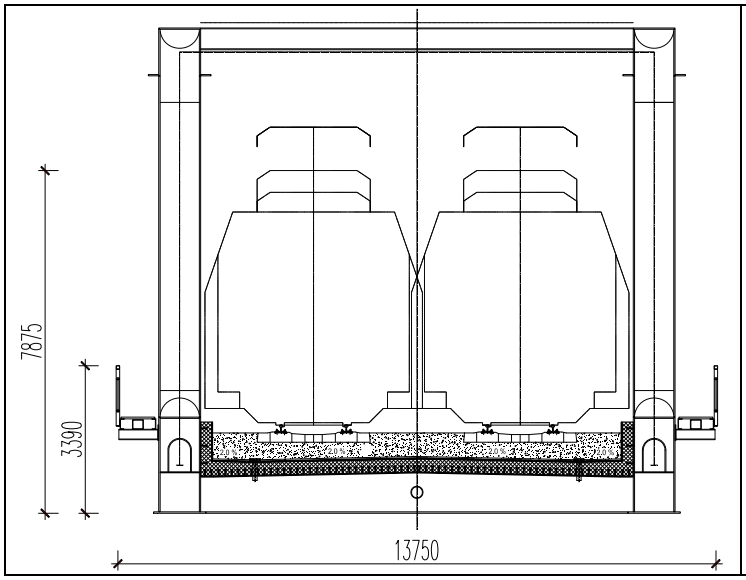




а) Фаза грађења или отворене ограде (отворене више од 50 %) или отворене заштитне баријере

б) Пуне ограде, звучна баријера, пуне заштитне баријере или саобраћај

Слика 8.3 — Коефицијент силе за мостове, $c_{fx,0}$



$$A_{ref} = 3.39 \cdot 139 = 471.2 m^2$$

$$A_{ref,saob} = 7.88 \cdot 139 = 1095.3 m^2$$

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{13.75}{3.39} = 4.06$$

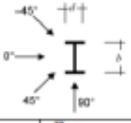
$$\frac{b}{d_{tot,saob}} = \frac{13.75}{7.85} = 1.75$$

$$c_{fx,0} = 1.3$$

$$c_{fx,0,saob} = 2.1$$

Дијагонале и Горњи појас/ Diagonals and Top chord
SRPS EN 1991-1-4/NA:2017

Табела 2 – Коефицијент c_{t0} за различите облике оштровичних профила



Облик	Однос ширине и висине	Правац ветра	$c_{t,x,0}$	$c_{t,y,0}$
	$d/b < 0,1$	0°	2,00	0
	$d/b = 1,0$	0° 45° 90°	1,65 2,20 1,30	0 1,00 2,10
	$d/b = 1,0$	0° 45° 90°	2,00 1,15 −1,30	0 0,80 2,10
	$d/b = 0,5$	0° +45° −45° 90°	2,00 1,80 1,30 1,75	2,00 1,60 −0,40 2,50
	$d/b = 0,5$	0° +45° −45° 90°	2,00 1,55 1,55 −0,25	-0,20 1,40 −1,60 1,60
	$d/b = 1,0$	0° 45° 90°	1,80 1,80 2,00	2,00 1,80 1,80
	$d/b = 1,0$	0° +45° −45° 90°	1,90 1,40 0,70 −0,20	−0,20 1,40 −1,80 1,90
	$d/b = 1,0$	0° 45° 90°	2,00 0,85 0	0 0,85 2,00
	$d/b = 0,5$	0° 45° 90°	2,00 1,80 0	0 1,20 1,60
	$d/b = 0,66$	0° 45° 90°	1,85 1,70 0	0 1,50 1,80
	$d/b = 1,0$	0° 45° 90°	1,70 1,50 0	0 1,50 1,70
	$d/b = 0,5$	0° 45° 90°	2,10 1,80 0	0 1,20 1,40
	$d/b = 0,5$	0° 45° 90°	1,80 1,80 0	0 1,00 2,40

Вредност за горњи појас/ Top chord

Вредност за дијагонале/ Diagonals

$c_{fx,0} = 1.70$ - дијагонале/ diagonals

$c_{fx,0} = 2.00$ - горњи појас/ top chord

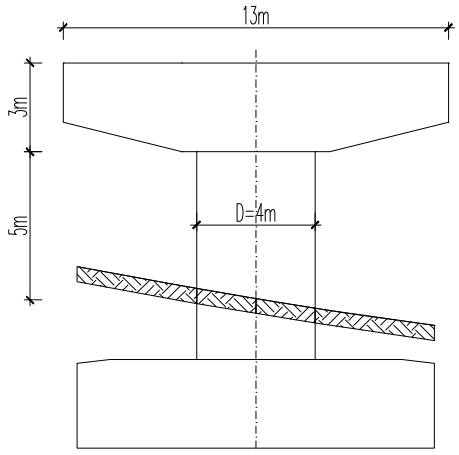
$F_{w,d.pojas} = q_b \cdot C \cdot d_{tot} = 0.678 \cdot 1.30 \cdot 3.39 = 2.99 kN/m'$ - мост без саобраћаја/ without traffic

$F_{w,d.pojas,saob} = q_b \cdot C \cdot d_{tot} = 0.678 \cdot 2.10 \cdot 7.85 = 11.18 kN/m'$ - мост са саобраћајем/ with traffic

$F_{w,dij} = q_b \cdot C \cdot d = 0.678 \cdot 1.7 \cdot 0.8 = 0.92 kN/m'$

$F_{w,g.pojas} = q_b \cdot C \cdot b = 0.678 \cdot 2.0 \cdot 1.1 = 1.49 kN/m'$

2.5.7 Анализа дејства ветра на стубове / Wind actions on bridge piers



Притисак ветра на кружни стуб/
Wind pressure on pier
(SRPS EN 1991-1-4, 7.9.1)

$$v(z_e)=\sqrt{\frac{2\cdot q_p}{\rho}}=\sqrt{\frac{2\cdot 0.513}{1.225}}=0.915 m/s$$

$$R_e=\frac{b\cdot v(z_e)}{v}=\frac{4\cdot 0.915}{15\cdot 10^{-6}}=2.4\cdot 10^5$$

Коефицијент силе (SRPS EN 1991-1-4, 7.9.2)

k=1mm (SRPS EN 1991-1-4, табела 7.13)

$$k/b=2.5\cdot 10^{-4} \quad \rightarrow \quad C_{f0}=0.75 \qquad \psi_\lambda=1$$

$$F_{w,pier}=0.75\cdot 1\cdot 4\cdot 0.513=1.54 kN/m$$

Притисак ветра на лежишну греду/
Wind pressure on Bearing beam
(SRPS EN 1991-1-4, 7.6)

$$d/b=13/4=4.33 \quad \rightarrow \quad C_{f0}=1.1 \qquad \psi_\lambda=1$$

$$F_{w,b.beam}=1.1\cdot 1\cdot 3\cdot 0.513=1.69 kN/m$$

2.6 Термичка оптерећења / Thermal actions

Прорачун оптерећења услед дејства температуре према стандарду SRPS EN 1991-1-5 уз поштовање одредби националног анекса СРПС ЕН 1991-1-5/НА./ Thermal actions will be derived constdering SRPS EN 1991-1-5 and nationa annex SRPS EN 1991-1-5/NA

Екстремно максималне (T_{max}) односно минималне (T_{min}) температуре ваздуха у хладу, са вероватноћом реализације P=0.02, усвојене су према SRPS EN 1991-1-5/NA прилог А.

Extreme maximal (T_{max}) and minimal (T_{min}) air shade temperature, with probability of being exceeded P=0.02, are derived from SRPS EN 1991-1-5/NA annex A.

Тип конструкције/ Type of structure:

Главни носачи/ Main girders: Тип 1/Type1 (челични решеткасти или пуни носачи)

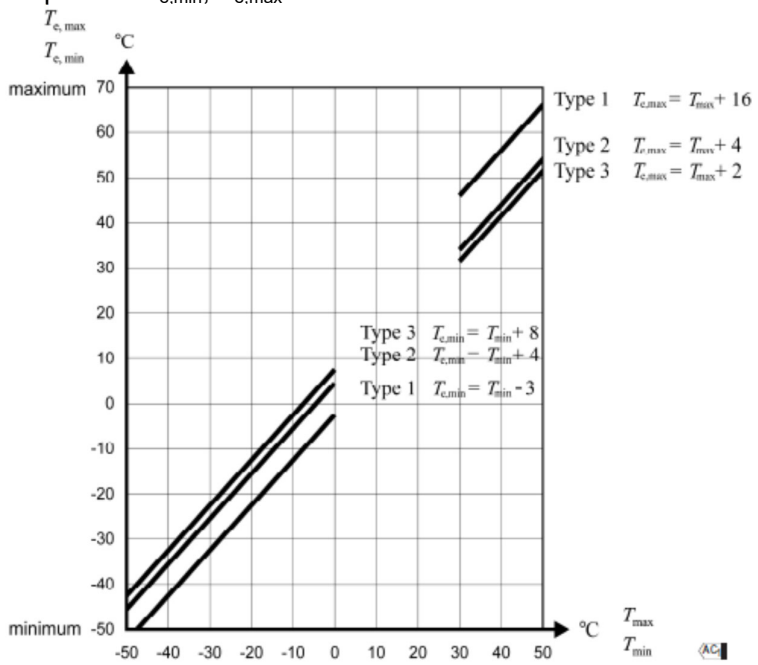
Попречни носачи/ Cross girders: Тип 2/Type 2 (спрегнута коловозна конструкција)

2.6.1 Равномерна температура

Минимална и максимална температура ваздуха у хладу T_{min}, T_{max}

Минимална температура ваздуха у хладу Min air shade temperature	T_{min} = -31˚C
Максимална температура ваздуха у хладу Max air shade temperature	T_{max} = +43˚C

Компоненте миниалних и максималних температура ваздуха/ Uniform bridge temperature components$T_{e,min}$, $T_{e,max}$



Корелација између/ Correlation between T_{min}/T_{max} i $T_{e,min}$, $T_{e,max}$

	Тип 1	Тип 2
Компонента мин. температуре ваздуха Min bridge temperature components	$T_{e,min}$ = -34˚C	$T_{e,min}$ = -27˚C
Компонента maks. температуре ваздуха Max bridge temperature components	$T_{e,max}$ = +59˚C	$T_{e,max}$ = +47˚C

- Подручје компоненте равномерне температуре моста/ Range of uniform bridge temperature component

Почетна температура	T_0 = 10˚C
Карактеристична вредност подучја макс. скраћења за конструкцију	$\Delta T_{N,con}$ = 10-(-34) = 44˚C
Карактеристична вредност подучја макс. издуженја за конструкцију	$\Delta T_{N,exp}$ = 59-10 = 49˚C
Karakteristična vrednost podučja maks. skraćenja za ležišta i dilatacije	$\Delta T_{H,con}$ = 44+10=54˚C
Karakteristična vrednost podučja maks. izduženja za ležišta i dilatacije	$\Delta T_{H,exp}$ = 49+10=59˚C

2.6.2 Температурна разлика/ Temperature difference

- Компоненте линеарне температурне разлике/ linear temperature difference component $\Delta T_{M,heat}$, $T_{M,cool}$

  Препоручене вредности/ Recommended values:

Table 6.1: Recommended values of linear temperature difference component for different types of bridge decks for road, foot and railway bridges

Type of Deck	Top warmer than bottom	Bottom warmer than top
	$\Delta T_{M,heat}$ (°C)	$\Delta T_{M,cool}$ (°C)
Type 1: Steel deck	18	13
Type 2: Composite deck	15	18
Type 3: Concrete deck: - concrete box girder - concrete beam - concrete slab	 10 15 15	 5 8 8
NOTE 1: The values given in the table represent upper bound values of the linearly varying temperature difference component for representative sample of bridge geometries. NOTE 2: The values given in the table are based on a depth of surfacing of 50 mm for road and railway bridges. For other depths of surfacing these values should be multiplied by the factor k_{sur}. Recommended values for the factor k_{sur} is given in Table 6.2.		

Коефицијент k_{sur}:

Road, foot and railway bridges						
Surface Thickness	Type 1		Type 2		Type 3	
	Top warmer than bottom	Bottom warmer than top	Top warmer than bottom	Bottom warmer than top	Top warmer than bottom	Bottom warmer than top
[mm]	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}
unsurfaced	0,7	0,9	0,9	1,0	0,8	1,1
water-proofed [1)]	1,6	0,6	1,1	0,9	1,5	1,0
50	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100	0,7	1,2	1,0	1,0	0,7	1,0
150	0,7	1,2	1,0	1,0	0,5	1,0
ballast (750 mm)	0,6	1,4	0,8	1,2	0,6	1,0
[1)] These values represent upper bound values for dark colour						

Елемент/ Element	Препоручене вредности/ Recommended values		Коефицијент/ Koeficient κ_{cyp}		$\Delta T_{M,heat}$ (˚C)	$T_{M,cool}$ (˚C)
	Горња страна топлија Top surface warmer	Доња страна топлија Bottom surface warmer	Горња страна топлија Top surface warmer	Доња страна топлија Bottom surface warmer		
Попречни носачи/ Cross girders	15	18	0.8	1.2	12	22

2.7 **Инцидентно оптерећење услед удара брода / Accidental actions caused by ship traffic**

Оријентационе прорачунске силе услед удара брода о стубове моста узимајући у обзир и динамичко увећање, према SRPS EN 1991-1-7, 4.6.2 и табела Ц.3.

Indicative values of the forces due to ship impact on piers with dynamic amplification factors, according to SRPS EN 1991-1-7, 4.6.2 and Table C.3.

Извод из водних услова:

Канал Нови Сад- Савино Село је плован за пловила носивости 1000 т на месту укрштаја са пругом на км 6+950 и има следеће карактеристике:

Канали – маса брода 1000t Canal – ship mass 1000t	F_{dx}=5000·1.3=6500kN	F_{dy}=2500·1.7=4250kN

2.8 Сеизмичка оптерећења

2.8.1 Сеизмичке силе на конструкцију / Seismic actions on a bridge structure A_{Ed}

Пројектно сеизмичко оптерећење мостова одредиће се еквивалентном линеарном методом за пројектни еластични спектар одговора према поглављу 3.2.2.5 стандарда СРПС ЕН 1998-1, за коефицијент значаја γ_I=1.3 и класу значаја III, а за повратни период T_{NCR}=475 година. Гранични коефицијент β=0.2 (СРПС ЕН 1998-1/НА, Тачка 2.11).

The design seismic load of bridges is determined by the equivalent linear method for the design spectrum for elastic analysis according to Chapter 3.2.2.5 of SRPS EN 1998-1, with importance factor of the bridge γ_I=1.3 and the importance class III, for the reference return period T_{NCR} = 475 years. Lower bound factor for the horizontal design spectrum β=0.2 (SRPS EN 1998-1 / NA, Clause 2.11).

За фактор понашања усваја се q=1.5 (СРПС ЕН 1998-2, 4.1.6(10), 4.2.2.3(1)).

Behaviour factor q = 1.5 (SRPS EN 1998-2, 4.1.6(10), 4.2.2.3(1)).

Пројектни спектари за вертикалну компоненту сеизмичког дејства одређен је за S=1.0 и $a_{vg}=0.9\cdot a_g$ (СРПС ЕН 1998-2, 4.1.7 (3)П; СРПС ЕН 1998-1, 3.2.2.5(5), СРПС ЕН 1998-1/НА Тачка 2.10).

For the vertical component of the seismic action the design spectrum is determined for S = 1.0 and $a_{vg}=0.9\cdot a_g$ (SRPS EN 1998-2, 4.1.7 (3) P; SRPS EN 1998-1, 3.2.2.5 (5), SRPS EN 1998 -1/ NA Clause 2.10).

Еквивалентна статичка сеизмичка сила одредиће се применом методе основног мода, уз комбиновање компоненти сеизмичког дејства за три разматрана правца (СРПС ЕН 1998-2, 4.2.2.1 и 4.2.1.4) како је приказано у прорачунским комбинацијама.

Equivalent static seismic force is determined using the fundamental mode method, combining the components of seismic action for the three considered directions (SRPS EN 1998-2, 4.2.2.1 and 4.2.1.4) as shown in the load combinations.

$$A_{Ed,i} = \gamma_I \cdot A_{Ek,i} = \gamma_I \cdot S_d(T) \cdot G_i$$

Извод из геотехничког елабората / Excerpt from the geotechnical report

According to the soil typification (SRPS EN 1998-1), the soil is characterized as a soil of "C" type - deposits of dense or medium-dense sand, gravel or solid clay.

- **Тип 1** хоризонталног еластичног спектра одговора (СРПС ЕН 1998-1/НА, Тачка 2.9)

  Type 1 horizontal elastic response spectra (SRPS EN 1998-1 / NA, Clause 2.9)

Тип тла / Ground type	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
C	1.15	0.20	0.60	2.0

- **Тип 1** вертикалног еластичног спектра одговора (СРПС ЕН 1998-1/НА, Тачка 2.10)

  Type 1 vertical elastic response spectra (SRPS EN 1998-1 / NA, Clause 2.10)

S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
1.0	0.05	0.15	1.0

Пројектно убрзање тла на тлу типа А a_g=0.1·g (СРПС ЕН 1998-1/НА, Табела А.1)

Design ground acceleration on type A ground a_g=0.1·g (SRPS EN 1998-1/NA, Table A.1)

Табела А.1 – Насељена места са вредностима референтног максималног хоризонталног убрзања на тлу типа А за повратни период од 475 година, зоном и типом спектра (3/3)

Место	a_{gR}(g)	Зона	Тип спектра
Нови Сад	0,10	Z2	тип 1

Периоди осциловања конструкције у подужном, попречном и вертикалном правцу
Period of the fundamental mode of vibration for the longitudinal, transverse and vertical directions

Фактори оптерећења за прорачун маса (СРПС ЕН 1998-2, 4.1.2(4)П)
Load factors for mass calculation (SRPS EN 1998-2, 4.1.2 (4) P)

Распоред маса по висини објекта

No	Name	Factor
1	težina konstrukcije Gk1 (g)	1.00
2	Dodatno stalno Gk2	1.00

Mass distribution per levels

Level	Z [m]	X [m]	Y [m]	Mass [T]	T/m2
	9.50	69.00	5.41	276.15	
	0.00	69.01	5.44	3629.72	2.43
	-1.50	71.32	5.50	2044.88	
	-9.30	67.62	5.31	6212.59	20.33
	-13.10	69.00	5.43	3044.34	12.39
	-26.55	70.05	5.52	0.05	
	-36.60	69.00	5.42	0.01	
Total:	-6.45	68.75	5.39	15207.7	

Position of rigidity centers

Level	Z [m]	X [m]	Y [m]
	9.50	69.00	5.42
	0.00	69.00	5.43
	-1.50	68.17	4.59
	-9.30	68.17	4.35
	-13.10	69.44	5.46
	-26.55	69.98	5.51
	-36.60	69.00	5.42

Excentricity per levels

Level	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
	9.50	0.00	0.00
	0.00	0.01	0.01
	-1.50	***3.15***	0.91
	-9.30	0.56	0.96
	-13.10	0.44	0.03
	-26.55	0.07	0.01
	-36.60	0.00	0.00

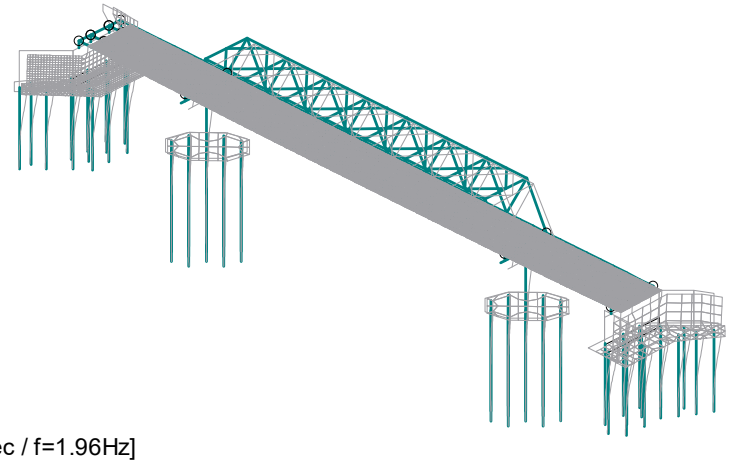
Услов e_{ox}=3.15m < 0.05·138=6.9m је испуњен и може се применити метода основног мода за попречни правац осциловања (СРПС ЕН 1998-2, 4.2.2.2 (б)).

Осциловање конструкције у подужном правцу

Напредне опције сеизмичког прорачуна:

Спречено осциловање у Y правцу

Спречено осциловање у Z правцу



Isometric
Modals 1/3 [T=0.5096sec / f=1.96Hz]

Natural frequency of structure

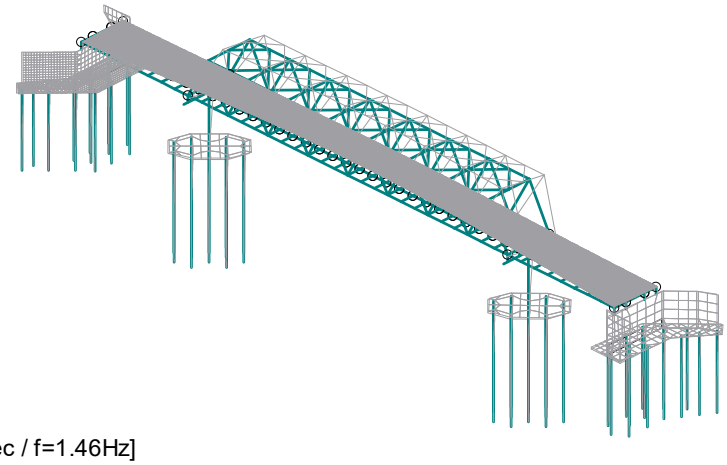
No	T [s]	f [Hz]
1	***0.5096***	1.9624
2	0.2617	3.8206
3	0.2192	4.5610

Осциловање конструкције у попречном правцу

Напредне опције сеизмичког прорачуна:

Спречено осциловање у X правцу

Спречено осциловање у Z правцу



Isometric
Modals 1/3 [T=0.6860sec / f=1.46Hz]

Natural frequency of structure

No	T [s]	f [Hz]
1	***0.6860***	*1.4578*
2	0.4891	2.0447
3	0.4581	2.1831

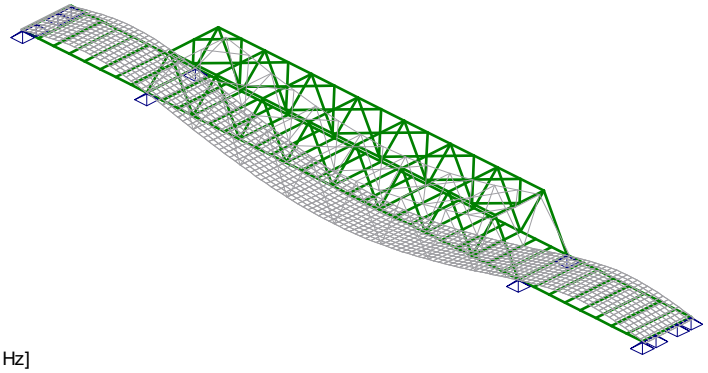
Периоди осциловања конструкције у оба хоризонтална правца X и Y испуњавају услов $T_x<0.9\cdot T_y=0.509s<0.9\cdot 0.686s=0.617s$, те се сваки правац осциловања конструкције може анализирати засебно (СРПС ЕН 1998-1, 4.3.3.3.2).

Осциловање конструкције у вертикалном правцу за контролу лежишта (СРПС ЕН 1998-2, 4.1.7 3(П))

Напредне опције сеизмичког прорачуна:

Спречено осциловање у X правцу

Спречено осциловање у Y правцу



Isometric
Modals 1/3 [T=0.4977sec / f=2.01Hz]

Natural frequency of structure

No	T [s]	f [Hz]
1	***0.4977***	2.0091
2	0.2952	3.3873
3	0.2868	3.4866

γ_I= 1,3 q= 1,5

	Сеизмичко оптерећење на						коловозну конструкцију 10.83m·138m				
Правац дејства глобалне осе	T [s]	S	a_g од g	a_{vg} од g	S_d(T)	S_{ve}(T)	G_{k1} [kN]	g_{k1} [kN/m^2]	G_{k2} [kN]	g_{k2} [kN/m^2]	a_{Ed} [kN/m^2]
X	0,509	1,15	0,1		0,192		20555	14	17597	12	6,4
Y	0,686	1,15	0,1		0,168						5,6
Z	0,498	1		0,09		0,225					7,5

	Сеизмичке силе - маса горње половине стубова						обални стубови		лежишна греда		средњи стубови	
Правац дејства глобалне осе	T [s]	S	a_g од g	a_{vg} од g	S_d(T)	S_{ve}(T)	g_{k1} [kN/m]	a_{Ed} [kN/m]	g_{k1} [kN/m]	a_{Ed} [kN/m]	G_{k1} [kN]	A_{Ed} [kN]
X	0,509	1,15	0,1		0,192		180	45	269	67	950	237
Y	0,686	1,15	0,1		0,168		180	39	269	59	950	207

2.8.2 Сеизмички притисак тла / Seismic earth pressure E_{Ed}

Како су статички притисци тла иза опораца остају у стању "мировању" онда се прираштај притиску тла услед динамичке силе може одредити из формуле (ЕН1998-5, Прилог Е, Е9):

Eart pressure on abutments remain in a state of "rest", the dynamic force due to earth pressure increment may be taken as being equal to (EN 1998-5, Annex E, E9):

$\Delta P_{Ed} = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2 = 0.1 \cdot 1.15 \cdot 20 \cdot 7.95^2 = 145 kN/m \quad \rightarrow \quad \mathbf{\Delta p}_{Ed} = 145/7.95 = 18 kN/m^2$

2.9 Комбинације оптерећења

Према/Acc to: SRPS EN1990:2002+A1:2001+Cor2008,2010, SRPS EN1991-2:2003

2.9.1 Опште/ General

Општа правила код комбиновања оптерећења код железничких мостова (наведена су само најмаркантнија правила од важности за пројекат)/ General rools for load combinations (overview of most important rools) :

- Оптерећења од снега не треба узимати у обзир ни код сталних ни код променивих прорачунских ситуација, након изградње моста, осим ако није другачије специфицирано за конретно географско подручје и одређен тип железничког моста./Snow loads need not be taken into account in any combination for persistent design situations nor for any transient design situation after the completion of the bridge unless otherwise specified for particular geographical areas and certain types of railway bridges.
- Оптерећења од ветра не треба комбиновати са: gr13, gr23, gr16, gr17, gr26, gr27 i LMSW/2./ Wind action need not be combined with gr13, gr23, gr16, gr17, gr26, gr27 i LMSW/2
- Код комбиновања саобраћајних оптерећења и оптерећења од ветра треба обухватити:
  - вертикална саобраћајна оптерећења укључујући динамички фактор, хоризонтална саобраћајна оптерећења и оптерећења од ветра са сваким оптерећењем посматраним као водећим у посебној комбинацији.
  - вертикална саобраћајна оптеренја без динамичког оптерећења и попречна саобраћајна оптерећења од “неоптерећеног воза” дефинисаног у EN1991-2 са оптерећењима од ветра за провере стабилности.

  /The combinations of actions to be taken into account when traffic actions and wind actions act simultaneously should include:
  - vertical rail traffic actions including dynamic factor, horizontal rail traffic actions and wind forces with each action being considered as the leading action of the combination of actions one at a time;
  - vertical rail traffic actions excluding dynamic factor and lateral rail traffic actions from the “unloaded train” defined in EN 1991-2 (6.3.4 and 6.5) with wind forces for checking stability.”
- Групе оптерећења дефинишу се према SRPS EN1991-2 табела 6.11./ Groups of loads should be acc to SRPS EN1991-2 table 6.11.

Општи образац за комбиновање оптерећења/ General formula for load combinations:

$$\Sigma\gamma_{G,j}G_{k,j} + \gamma_{Q,1}Q_{k,1} + \Sigma\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,i}$$

Препоручени коефицијенти ψ

Table A2.3 – Recommended values of ψ factors for railway bridges

Actions			ψ_0	ψ_1	ψ_2 [4]
Individual components of traffic actions [5]	LM 71		0,80	[1]	0
	SW/0		0,80	[1]	0
	SW/2		0	1,00	0
	Unloaded train		1,00	–	–
	HSLM		1,00	1,00	0
	Traction and braking Centrifugal forces Interaction forces due to deformation under vertical traffic loads		Individual components of traffic actions in design situations where the traffic loads are considered as a single (multi-directional) leading action and not as groups of loads should use the same values of ψ factors as those adopted for the associated vertical loads		
	Nosing forces		1,00	0,80	0
	Non public footpaths loads		0,80	0,50	0
	Real trains		1,00	1,00	0
			0,80	[1]	0
	Horizontal earth pressure due to traffic load surcharge		0,80	0,50	0
	Aerodynamic effects				
	gr11 (LM71 + SW/0)	Max. vertical 1 with max. longitudinal			
	gr12 (LM71 + SW/0)	Max. vertical 2 with max. transverse			
	gr13 (Braking/traction)	Max. longitudinal			
	gr14 (Centrifugal/nosing)	Max. lateral	0,80	0,80	0
	gr15 (Unloaded train)	Lateral stability with "unloaded train"			
	gr16 (SW/2)	SW/2 with max. longitudinal			
Main traffic actions (groups of loads)	gr17 (SW/2)	SW/2 with max. transverse			
	gr21 (LM71 + SW/0)	Max. vertical 1 with max. longitudinal			
	gr22 (LM71 + SW/0)	Max. vertical 2 with max transverse			
	gr23 (Braking/traction)	Max. longitudinal	0,80	0,70	0
	gr24 (Centrifugal/nosing)	Max. lateral			
	gr26 (SW/2)	SW/2 with max. longitudinal			
	gr27 (SW2)	SW/2 with max. transverse			
	gr31 (LM71 + SW/0)	Additional load cases	0,80	0,60	0
Other operating actions	Aerodynamic effects		0,80	0,50	0
	General maintenance loading for non public footpaths		0,80	0,50	0
Wind forces [2]	F_{Wk}		0,75	0,50	0
	F_W^*		1,00	0	0

Table continued on next page

Table continued from previous page				
Thermal actions [3]	T_k	0,60	0,60	0,50
Snow loads	$Q_{Sn,k}$ (during execution)	0,8	-	0
Construction loads	Q_c	1,0	-	1,0

1) 0,8 if 1 track only is loaded
0,7 if 2 tracks are simultaneously loaded
0,6 if 3 or more tracks are simultaneously loaded.

2) When wind forces act simultaneously with traffic actions, the wind force $\psi_0 F_{Wk}$ should be taken as no greater than F_W^* (see EN 1991-1-4). See A2.2.4(4).

3) See EN 1991-1-5.

4) If deformation is being considered for Persistent and Transient design situations, ψ_2 should be taken equal to 1,00 for rail traffic actions. For seismic design situations, see Table A2.5.

5) Minimum coexistent favourable vertical load with individual components of rail traffic actions (e.g. centrifugal, traction or braking) is 0,5LM71, etc.

NOTE 5 For specific design situations (e.g. calculation of bridge camber for aesthetics and draina consideration, calculation of clearance, etc.) the requirements for the combinations of actions to be used may defined for the individual project.

NOTE 6 For railway bridges, the infrequent value of variable actions is not relevant.

2.9.2 Комбинације оптерећења за ULS/ ULS load combinations

Table A2.4(B) - Design values of actions (STR/GEO) (Set B)

Persistent and transient design situation	Permanent actions		Prestress	Leading variable action (*)	Accompanying variable actions (*)	
	Unfavourable	Favourable			Main (if any)	Others
(Eq. 6.10)	$\gamma_{G,j,sup}G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf}G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,i}$

(*) Variable actions are those considered in Tables A2.1 to A2.3.

NOTE 1 The choice between 6.10, or 6.10a and 6.10b will be in the National Annex. In the case of 6.10a and 6.10b, the National Annex may in addition modify 6.10a to include permanent actions only.

NOTE 2 The γ and ξ values may be set by the National Annex. The following values for γ and ξ are recommended when using expressions 6.10, or 6.10a and 6.10b:
$\gamma_{G,sup} = 1,35$ [1]
$\gamma_{G,inf} = 1,00$
$\gamma_Q = 1,35$ when Q represents unfavourable actions due to road or pedestrian traffic (0 when favourable)
$\gamma_Q = 1,45$ when Q represents unfavourable actions due to rail traffic, for groups of loads 11 to 31 (except 16, 17, 26[3] and 27[3]), load models LM71, SW/0 and HSLM and real trains, when considered as individual leading traffic actions (0 when favourable)
$\gamma_Q = 1,20$ when Q represents unfavourable actions due to rail traffic, for groups of loads 16 and 17 and SW/2 (0 when favourable)
$\gamma_Q = 1,50$ for other traffic actions and other variable actions [2]
$\xi = 0,85$ (so that $\xi\gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \equiv 1,15$).
$\gamma_{sup} = 1,20$ in the case of a linear elastic analysis, and $\gamma_{sup} = 1,35$ in the case of a non linear analysis, for design situations where actions due to uneven settlements may have unfavourable effects. For design situations where actions due to uneven settlements may have favourable effects, these actions are not to be taken into account.
See also EN 1991 to EN 1999 for γ values to be used for imposed deformations.
ψ_i = recommended values defined in the relevant design Eurocode.

[1]This value covers: self-weight of structural and non structural elements, ballast, soil, ground water and free water, removable loads, etc.
[2]This value covers: variable horizontal earth pressure from soil, ground water, free water and ballast, traffic load surcharge earth pressure, traffic aerodynamic actions, wind and thermal actions, etc.
[3]For rail traffic actions for groups of loads 26 and 27 $\gamma_Q = 1,20$ may be applied to individual components of traffic actions associated with SW/2 and $\gamma_Q = 1,45$ may be applied to individual components of traffic actions associated with load models LM71, SW/0 and HSLM, etc.

Table continued on next page

Table continued from previous page

Persistent and transient design situation	Permanent actions		Prestress	Leading variable action (*)	Accompanying variable actions (*)	
	Unfavourable	Favourable			Main (if any)	Others
(Eq. 6.10a)	$\gamma_{G,j,sup}G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf}G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$		$\gamma_{Q,1}\psi_{0,1}Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,i}$
(Eq. 6.10b)	$\xi\gamma_{G,j,sup}G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf}G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,i}$

NOTE 3 The characteristic values of all permanent actions from one source are multiplied by $\gamma_{G,sup}$ if the total resulting action effect is unfavourable and $\gamma_{G,inf}$ if the total resulting action effect is favourable. For example, all actions originating from the self-weight of the structure may be considered as coming from one source; this also applies if different materials are involved. See however A2.3.1(2).

NOTE 4 For particular verifications, the values for γ_Q and γ_Q may be subdivided into γ_g and γ_q and the model uncertainty factor γ_{Sd}. A value of γ_{Sd} in the range 1,0–1,15 may be used in most common cases and may be modified in the National Annex.

NOTE 5 Where actions due to water are not covered by EN 1997 (e.g. flowing water), the combinations of actions to be used may be specified for the individual project.

Општи образац за комбиновање оптерећења/ General formula for load combinations:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Комбинације оптерећења које ће се разматрати за ULS/ Load combinations to be considered for ULS

Комб. број	Група саобр. опт.	Комбинација оптерећења
1.1 a-c	gr 21 a-c	$1.35(G_{k,1}+ G_{k,2})+1.45(Q_{k,1}+ Q_{lbk}+0.5Q_{tk} + 0.5Q_{sk})+1.5 (0.75 F_{wk} +0.8 q_{fk}+0.6 T_k)$
1.2 a-c	gr 22 a-c	$1.35(G_{k,1}+ G_{k,2}) +1.45(Q_{k,1}+ 0.5Q_{lbk}+Q_{tk} +Q_{sk})+1.5 (0.75 F_{wk} +0.8 q_{fk}+0.6 T_k)$
1.3 a-d	gr 26 a-d	$1.35(G_{k,1}+ G_{k,2}) +1.20(Q_{k,1}+ Q_{lbk}+0.5 Q_{tk} + 0.5Q_{sk})+1.5 (0.8 q_{fk}+0.6 T_k)$
1.4 a-d	gr 27 a-d	$1.35(G_{k,1}+ G_{k,2}) +1.20(Q_{k,1}+ 0.5Q_{lbk}+Q_{tk} + Q_{sk})+1.5 (0.8 q_{fk}+0.6 T_k)$
1.5	gr 21a	$1.35(G_{k,1}+ G_{k,2})+ 1.5 F_{wk} +1.45(0.8(Q_{k,1}+ Q_{lbk}+0.5 Q_{tk} + 0.5Q_{sk}))$

2.9.3 Комбинације оптерећења за SLS/ SLS load combinations

Карактеристична комбинација за неповратна гранична стања/ Characteristic combinations:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Честа комбинација дејстава за повратна гранична стања/ Frequent combination:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Квази-стална комбинација дејстава за дуготрајна дејства и изглед конструкција/ Quasi-permanent combination:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

2.9.4 Комбинације дејстава за сеизмичке ситуације/ Seismic load combinations

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} \text{"+"} A_{Ed} \text{"+"} \sum_{i\geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$(G_{k,1} + G_{k,2}) + E_0 + A_{E,x} + 0.3 \cdot A_{E,y}$ *- подужни правац/ longitudinal direction*
$(G_{k,1} + G_{k,2}) + E_0 + A_{E,y} + 0.3 \cdot A_{E,x}$ *- попречни правац / cross direction*

2.9.5 Комбинације дејстава за за инцидентне прорачунске ситуације/ Accidental load combinations

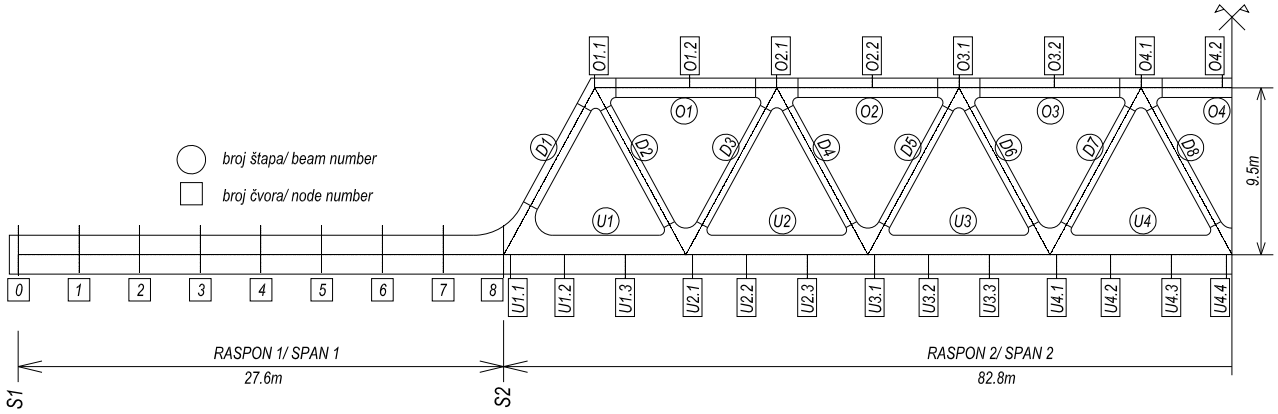
$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} \text{"+"} A_d \text{"}$$

Бр. комб.	*Комбинације оптерећења / Load combination*
3.1	$(G_{k,1} + G_{k,2}) + F_{d,x}$
3.2	$(G_{k,1} + G_{k,2}) + F_{d,y}$

3. СТАТИЧКИ УТИЦАЈИ/ SECTION FORCES

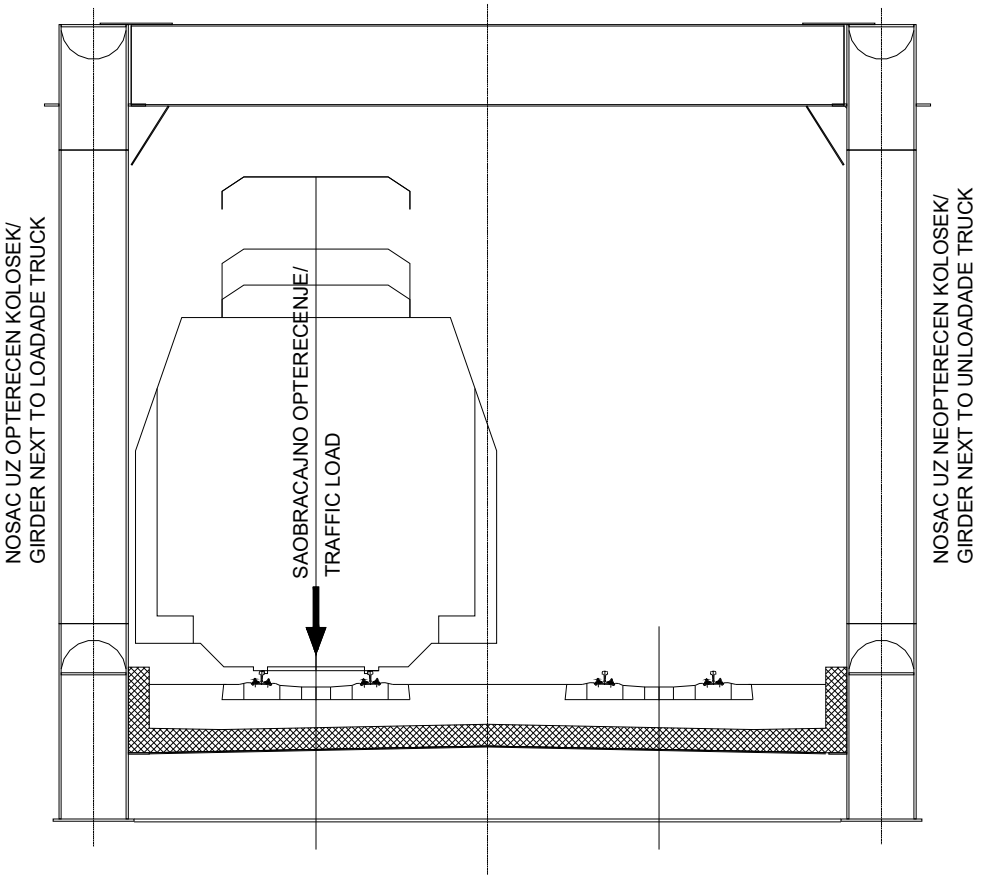
3.1 Шема штапова чворова/ Scheme

За статички прорачун коришћене су ознаке штапова и чворова као на скици/ Following marks were used for structural analysis:



За одређивање утицаја од саобраћајних оптерећења, карактеристичне шеме оптерећења су наношене на један колосек, при чему су се очитавали утицаји на оба главна носача. Резултати за случај када су оптерећена оба колосека добијани су одговрајућим збировима утицаја./

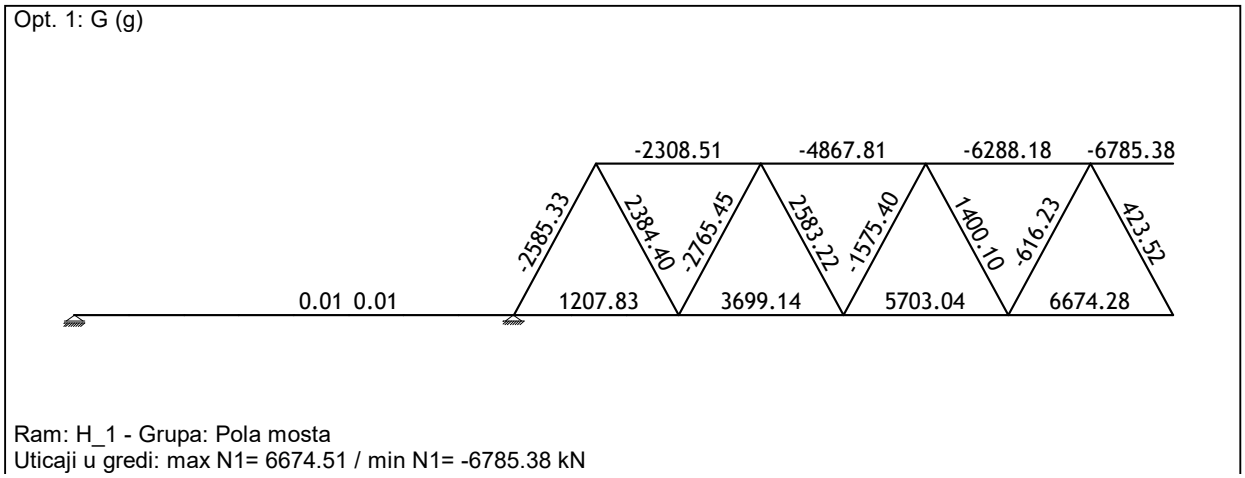
For traffic load section forces, characteristic load models were applied on one truck, and section forces were oserved on both main gireders. Section forces for 2 loaded trucks are derived by summing of section forces from one loaded truck situations.

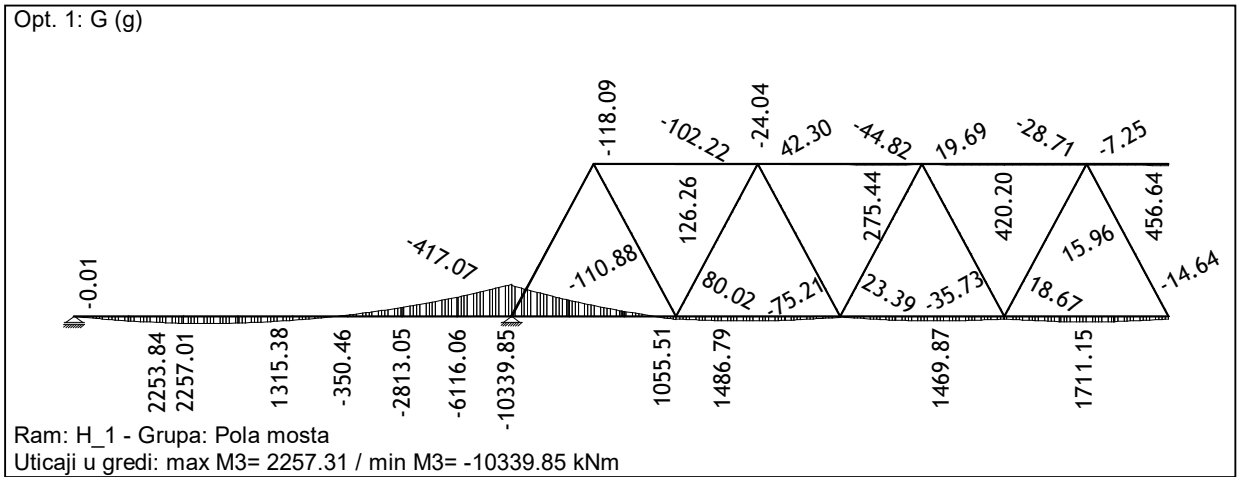


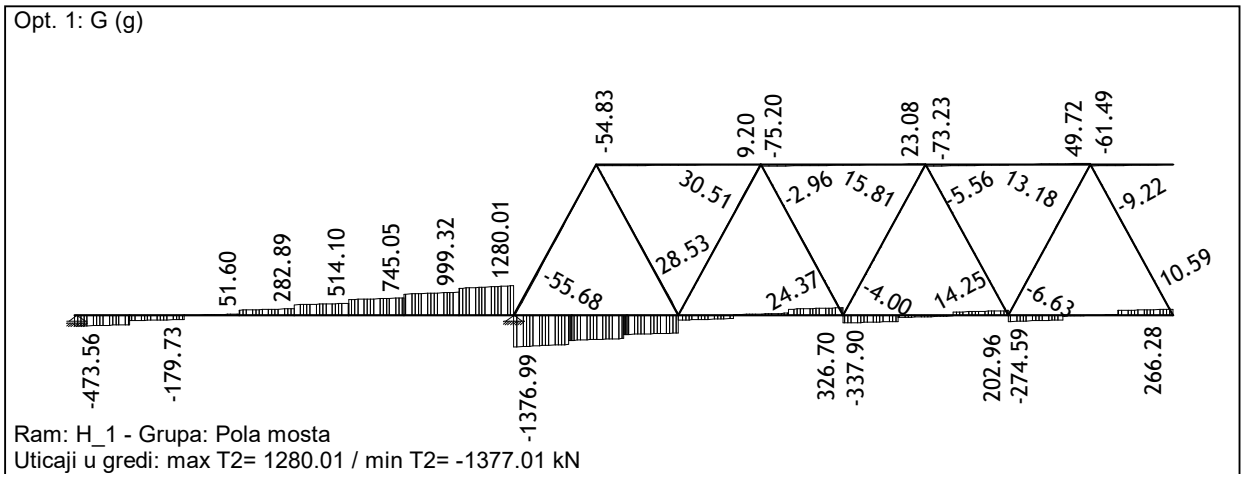
3.1 Дијаграми пресечних сила/ Section forces diagrams

3.1.1 Стална оптерећења/ Permanent loads

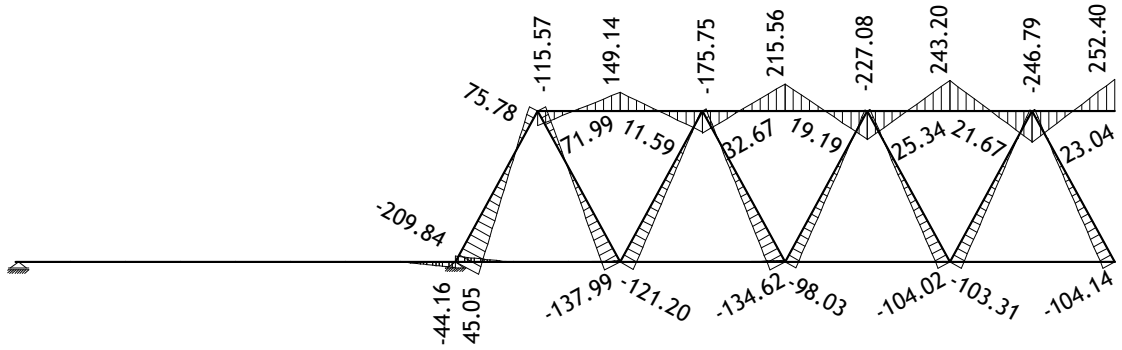
3.1.1.1 Челична конструкција и бетонска плоча/ Steel structure and concrete deck G_{k1}





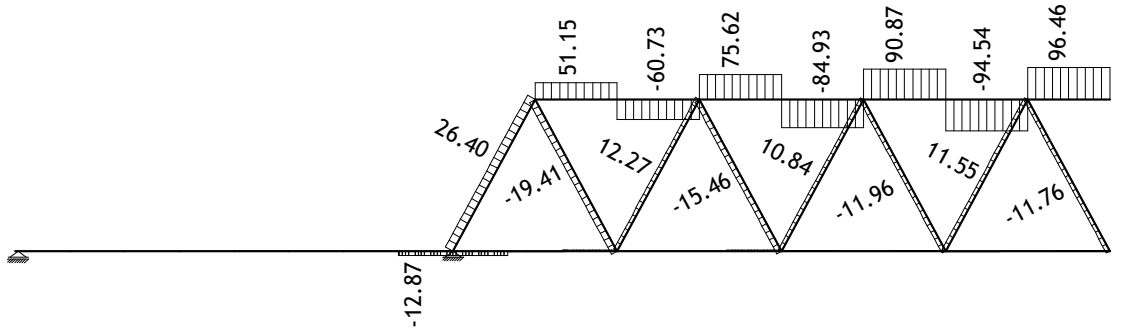


Opt. 1: G (g)



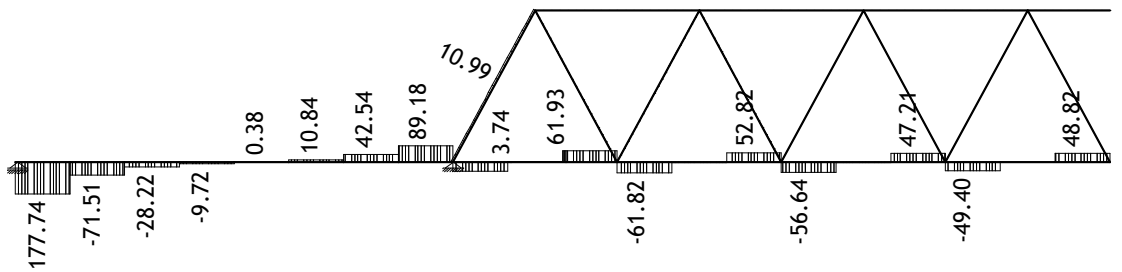
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M2= 252.40 / min M2= -246.80 kNm

Opt. 1: G (g)



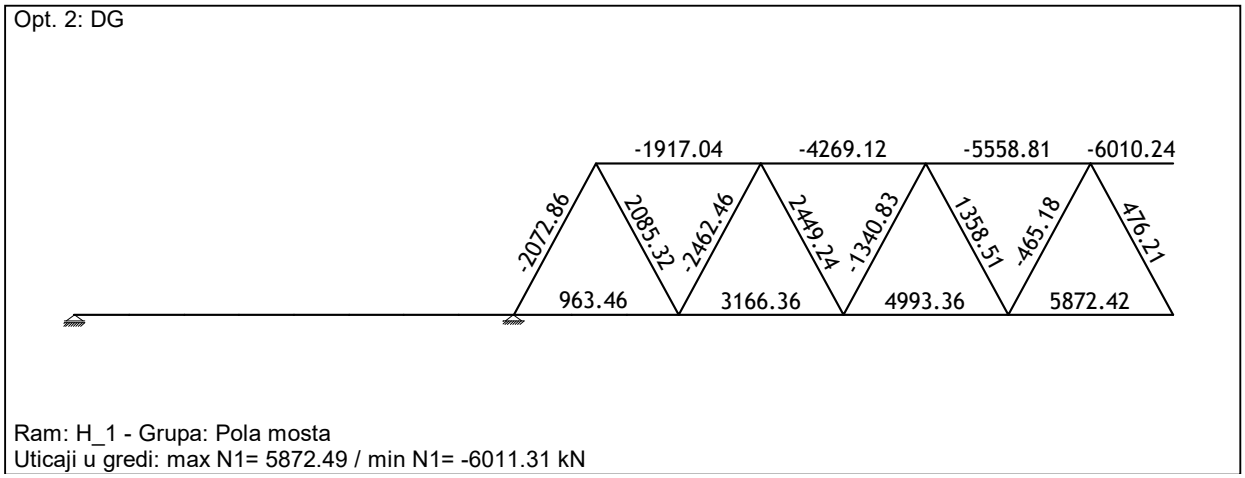
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max T3= 96.46 / min T3= -96.46 kN

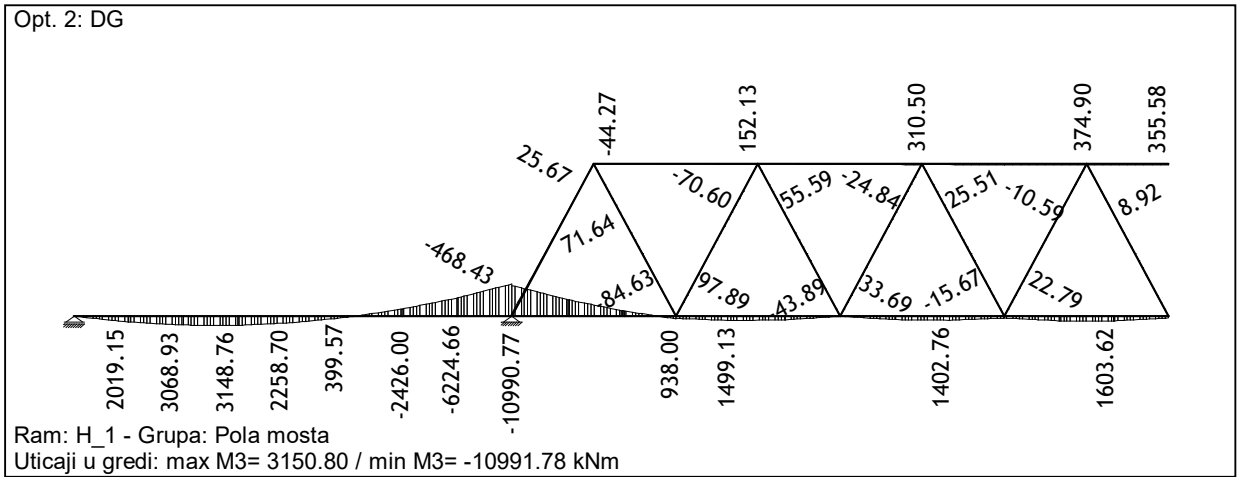
Opt. 1: G (g)

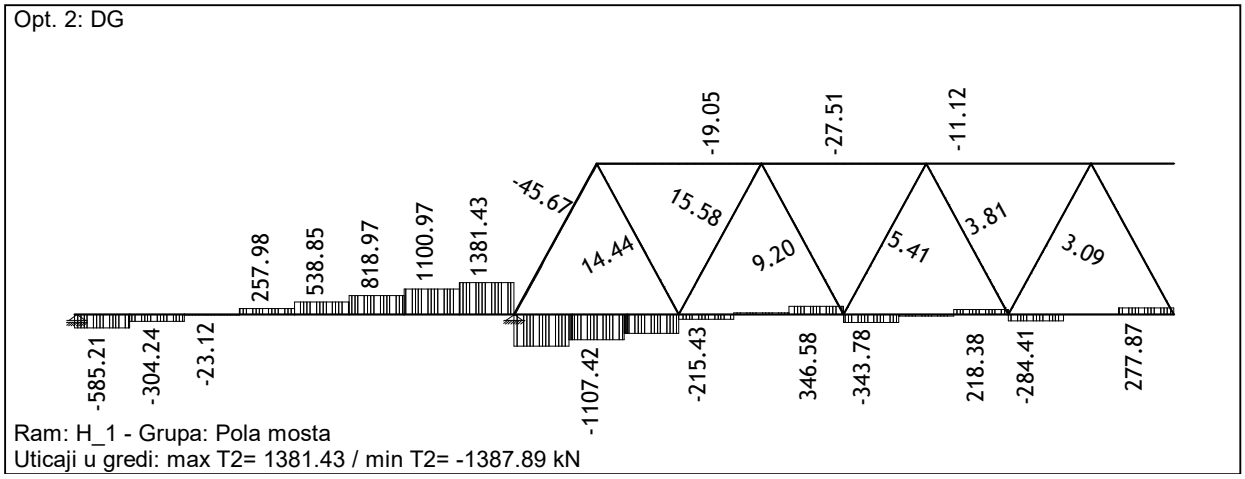


Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M1= 177.93 / min M1= -177.74 kNm

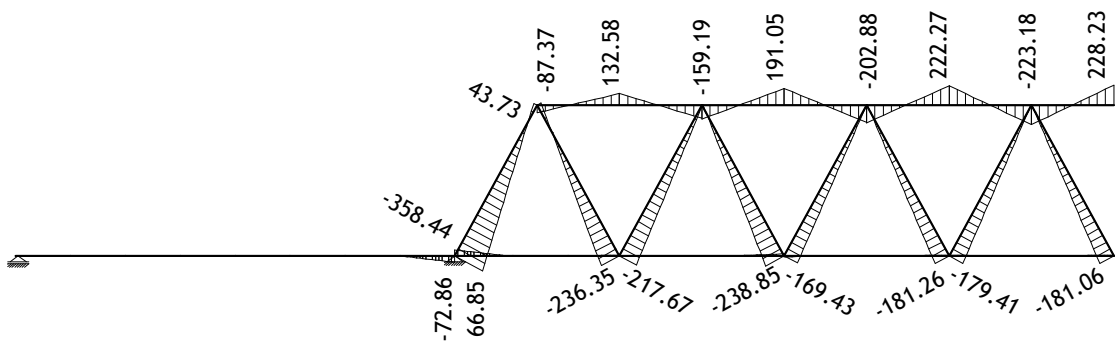
3.1.1.2 Додатно стално оптерећење/ Dead load G_{K2}





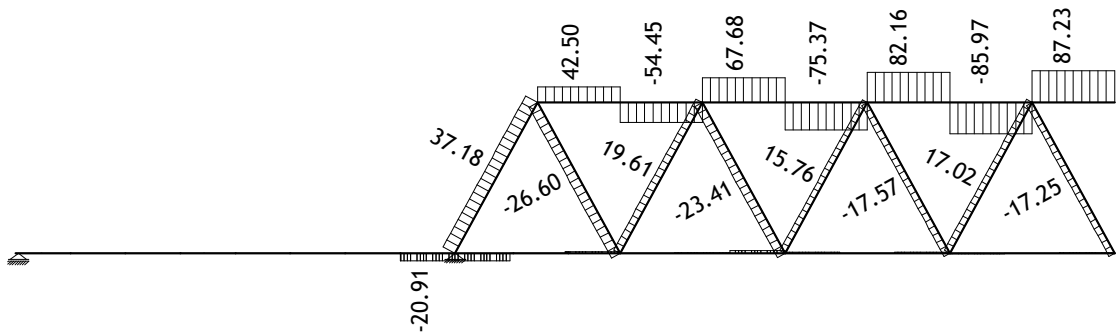


Opt. 2: DG



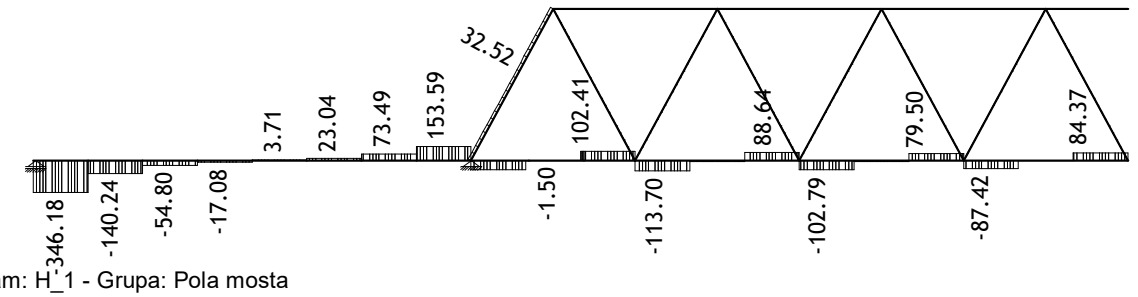
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M2= 228.24 / min M2= -361.80 kNm

Opt. 2: DG



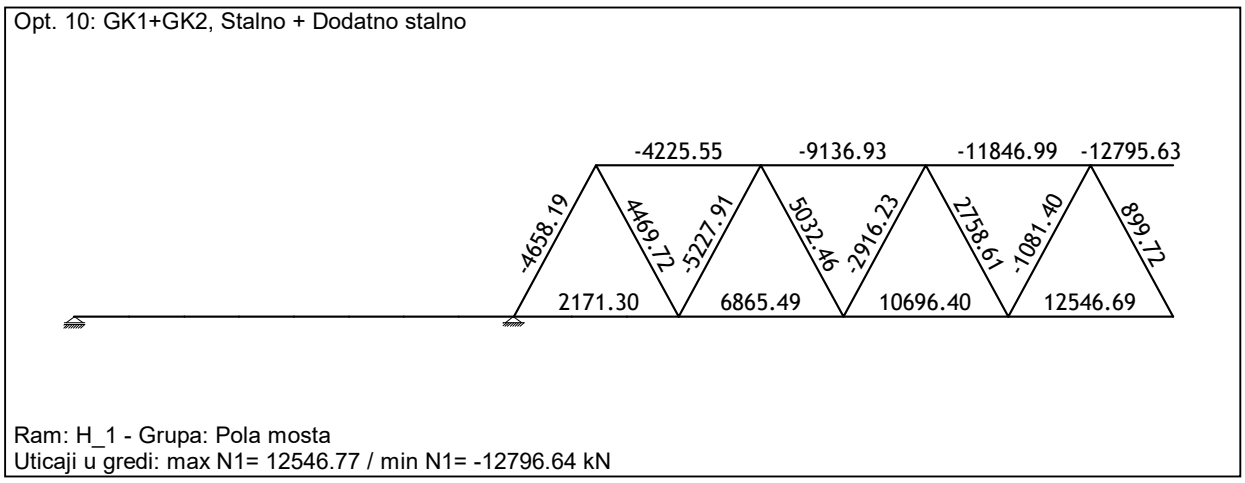
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max T3= 87.23 / min T3= -87.23 kN

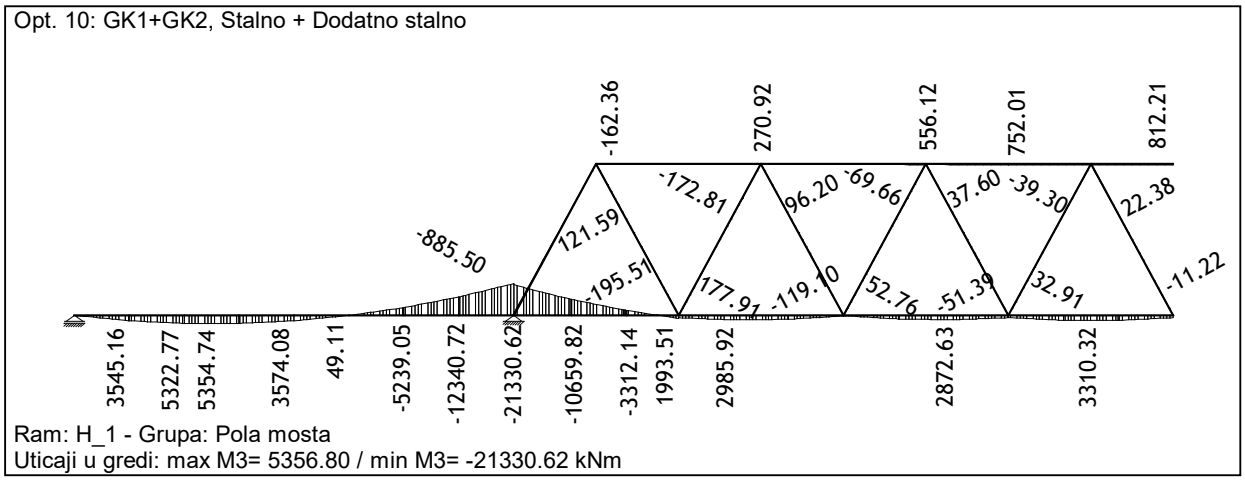
Opt. 2: DG

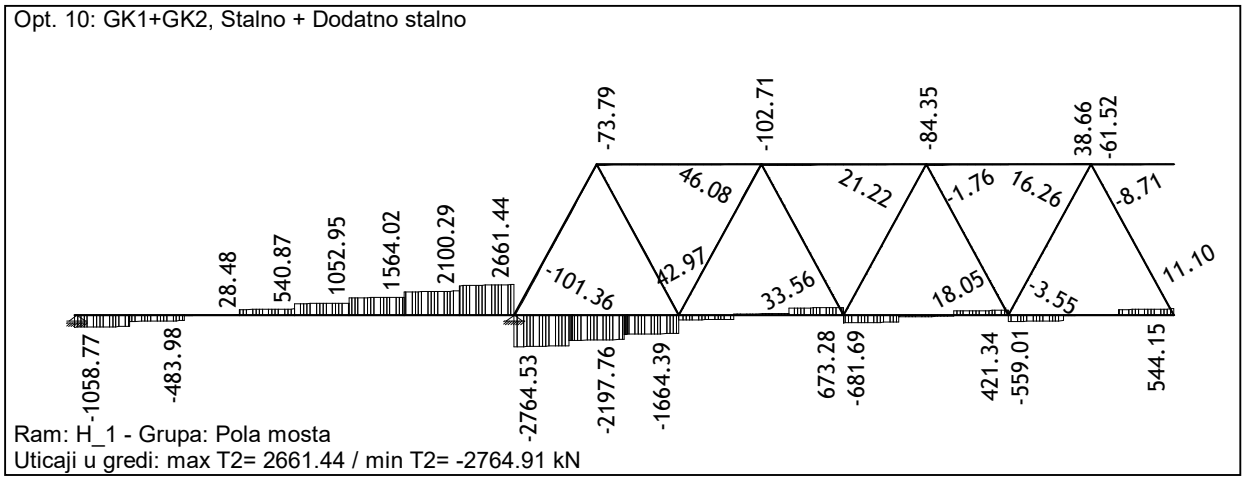


Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M1= 347.30 / min M1= -346.18 kNm

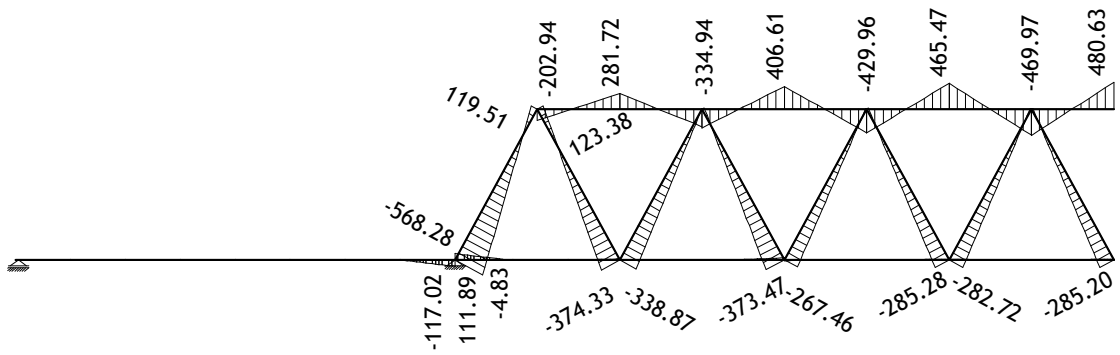
3.1.1.3 Стално + Додатно стално оптерећење/ Selfweight + Dead load $G_{K1}+G_{K2}$





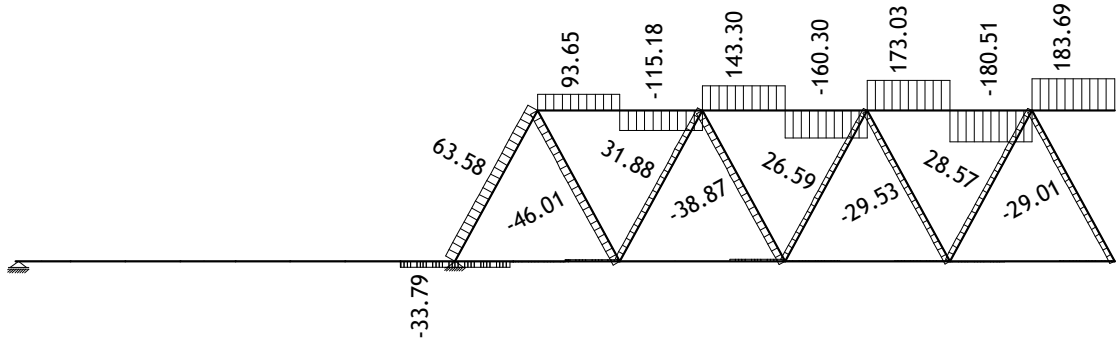


Opt. 10: GK1+GK2, Stalno + Dodatno stalno



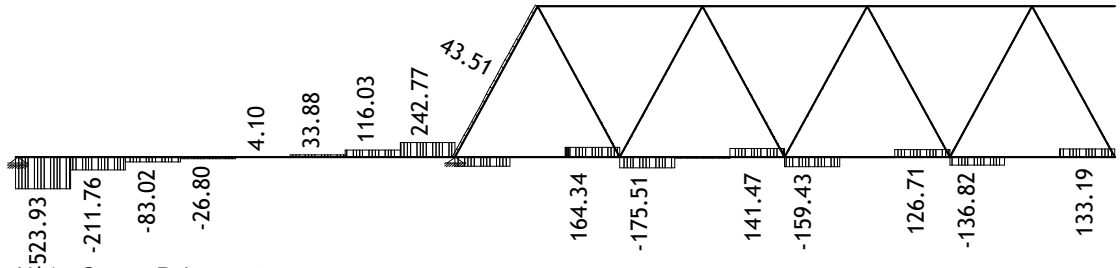
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M2= 480.63 / min M2= -570.57 kNm

Opt. 10: GK1+GK2, Stalno + Dodatno stalno



Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max T3= 183.69 / min T3= -183.70 kN

Opt. 10: GK1+GK2, Stalno + Dodatno stalno

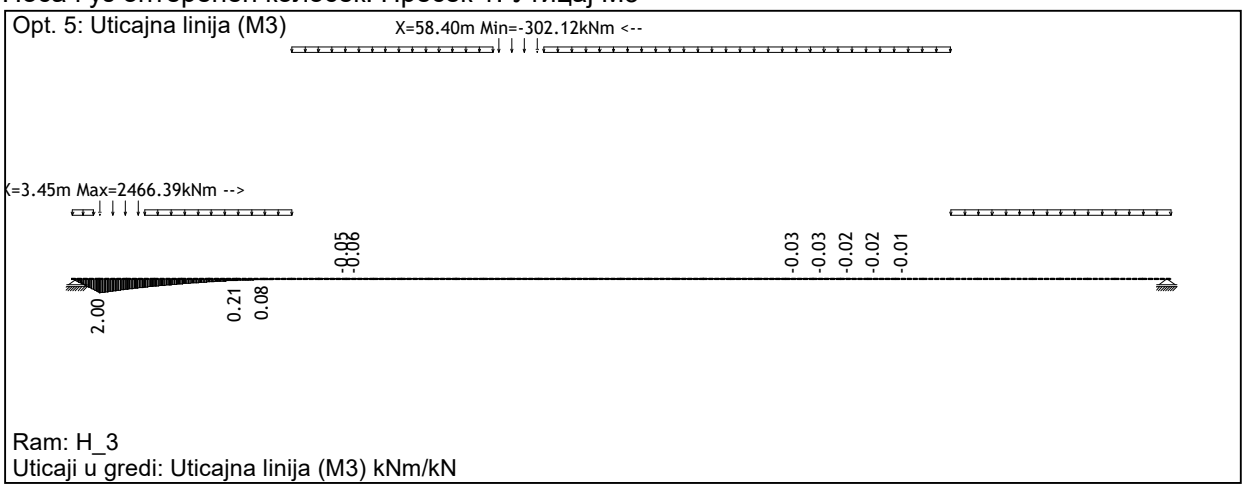


Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M1= 525.23 / min M1= -523.93 kNm

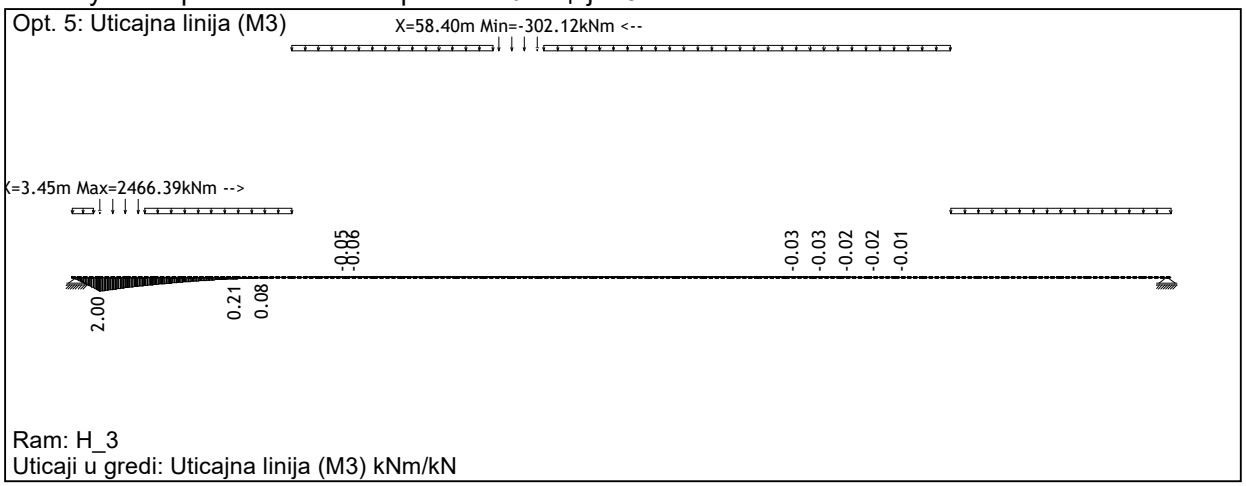
3.1.2 Саобраћајна оптерећења/ Traffic loads

3.1.2.1 Утицајне линије и меродавни положаји возила LM71 на распонима 1 и 3/ Influence lines and relevant positions of LM71 at spans 1 and 3

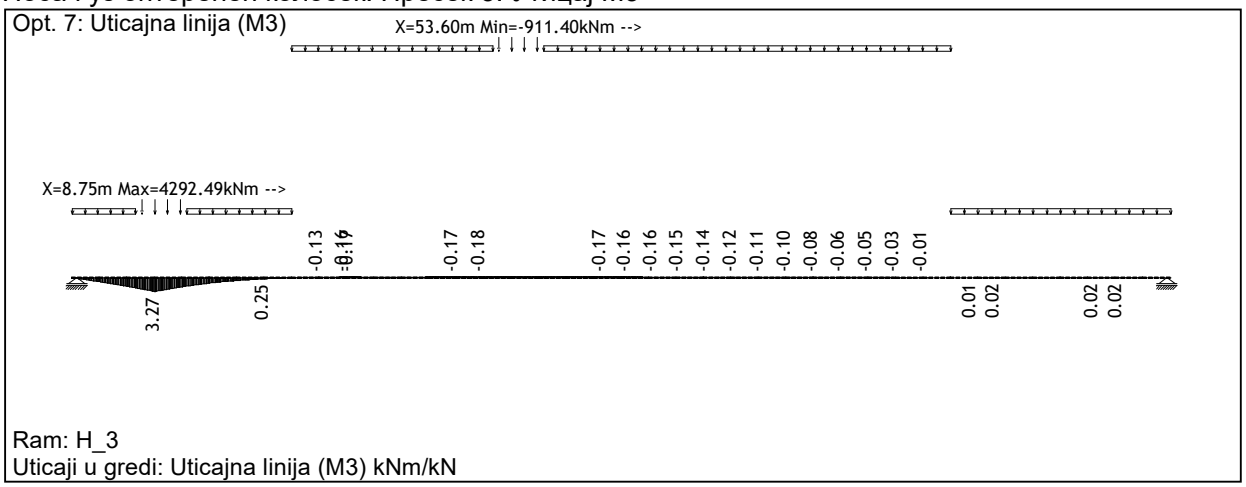
Носач уз оптерећен колосек. Пресек 1. Утицај M3



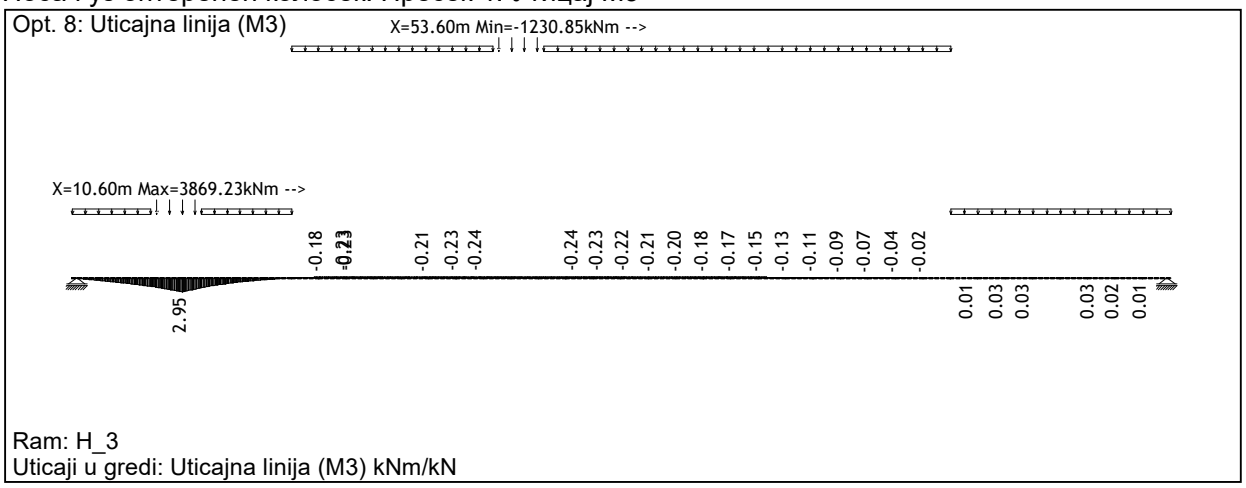
Носач уз оптерећен колосек. Пресек 2. Утицај M3



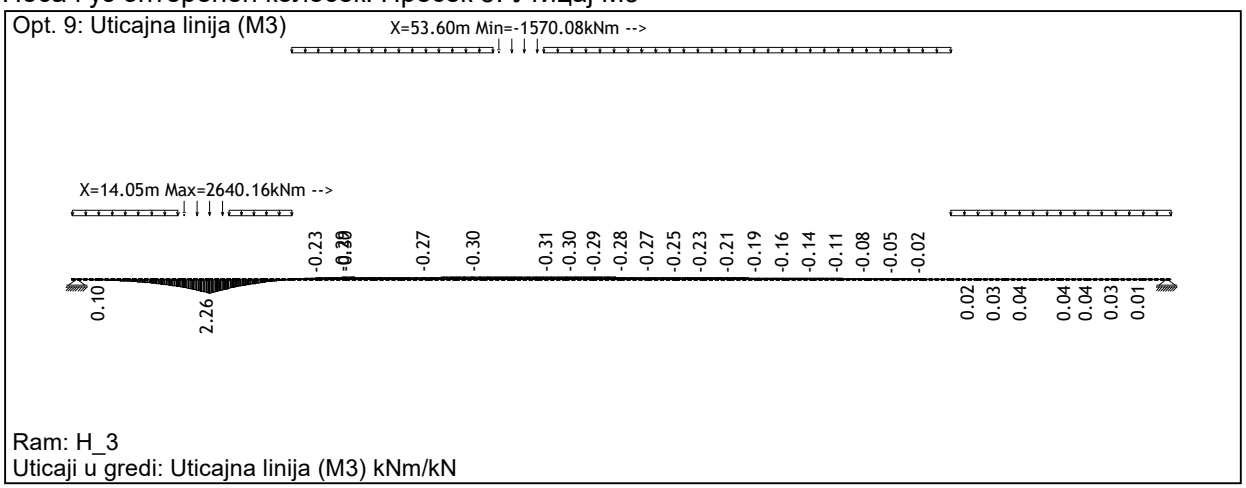
Носач уз оптерећен колосек. Пресек 3. Утицај M3



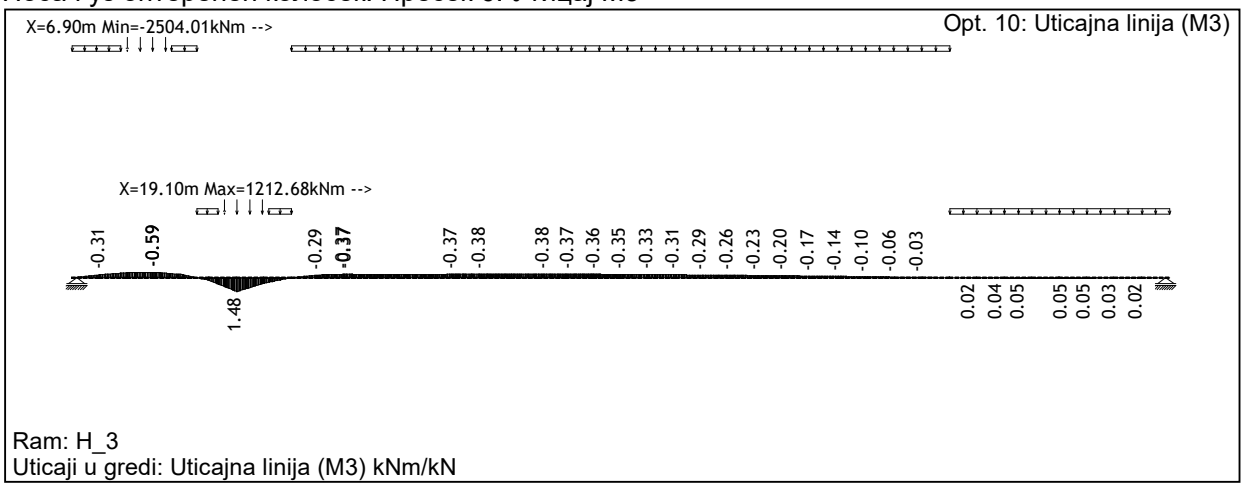
Носач уз оптерећен колосек. Пресек 4. Утицај M3



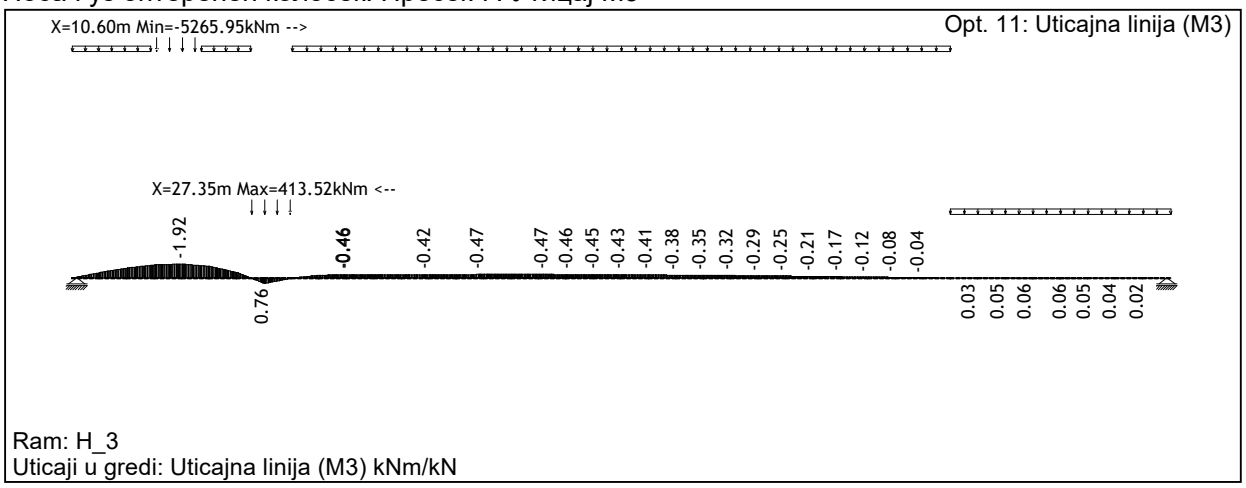
Носач уз оптерећен колосек. Пресек 5. Утицај M3



Носач уз оптерећен колосек. Пресек 6. Утицај M3

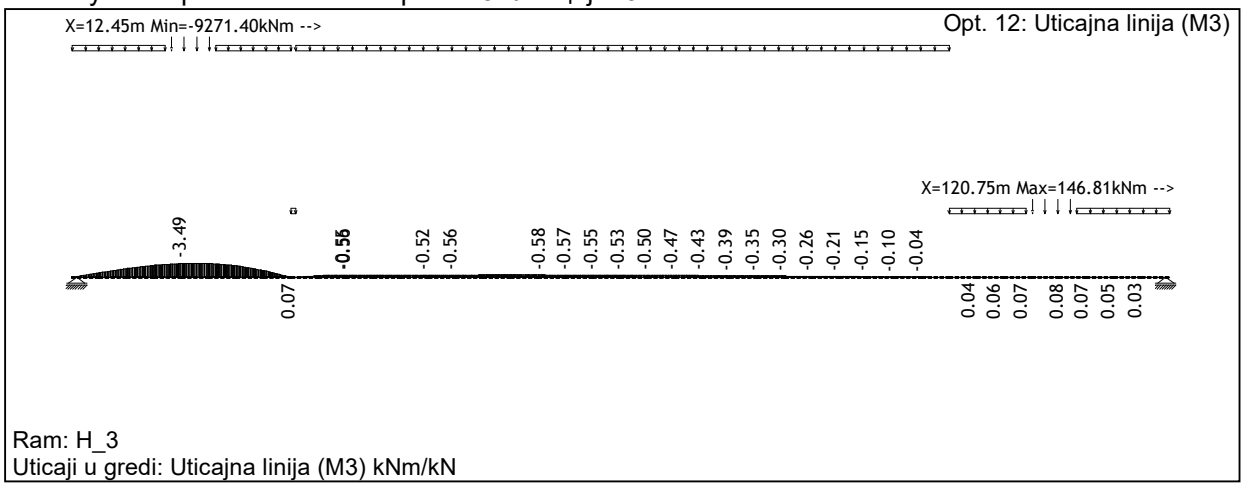


Носач уз оптерећен колосек. Пресек 7. Утицај M3



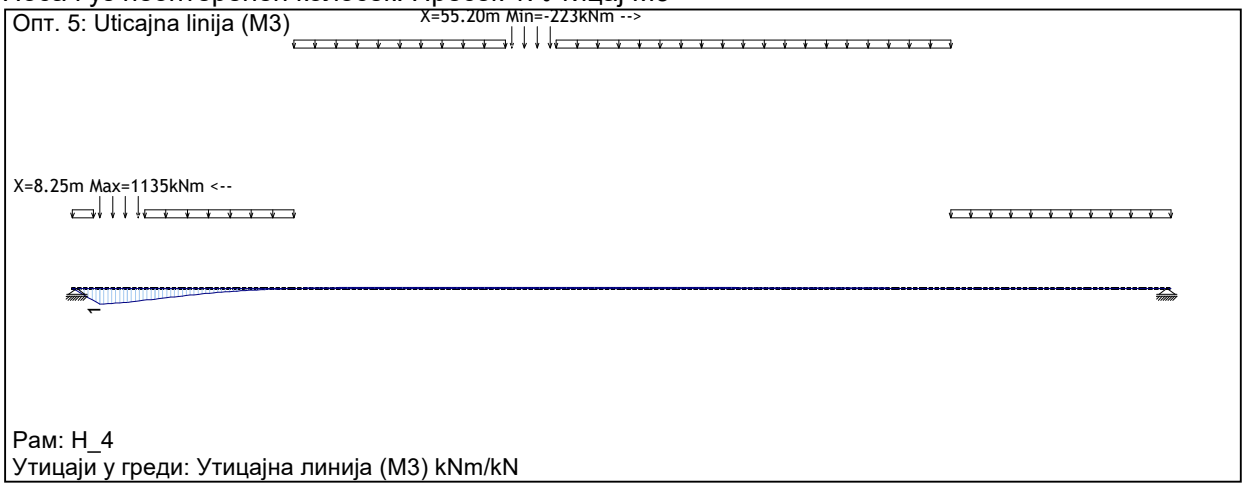
Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек. Пресек 8. Утицај M3



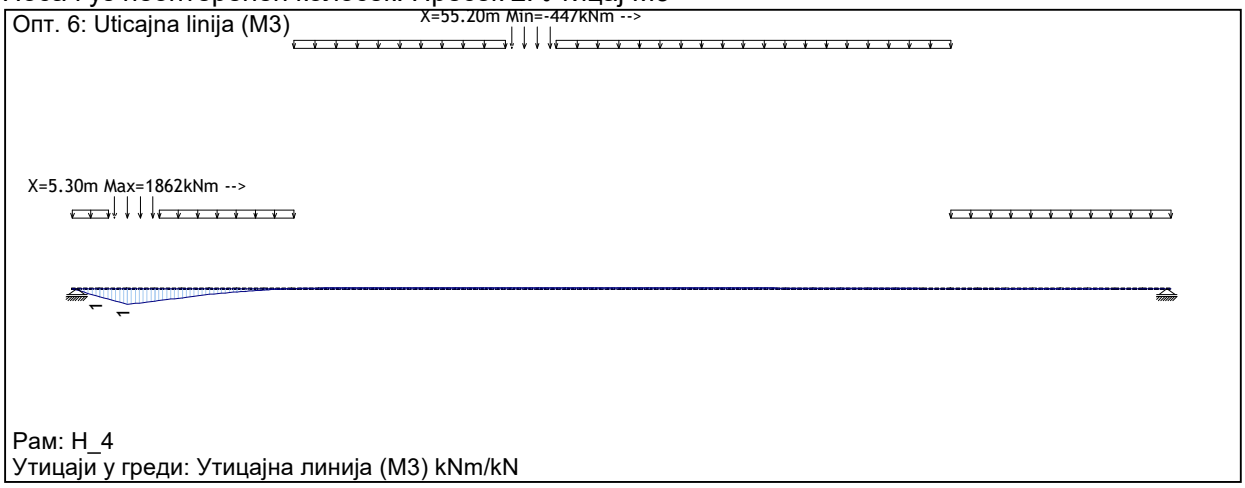
Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз неоптерећен колосек. Пресек 1. Утицај M3



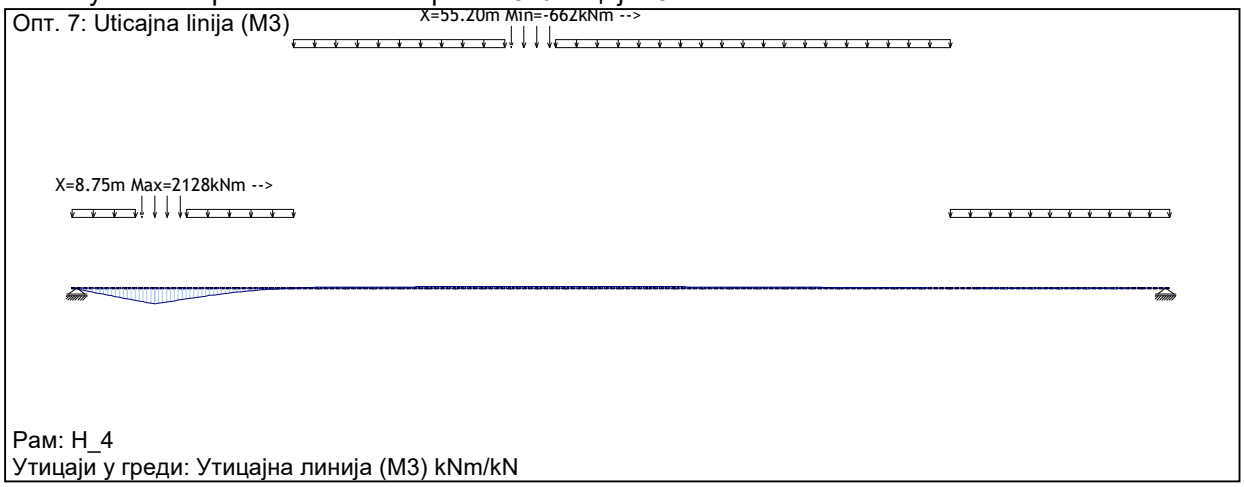
Рам: H_4
Утицаји у греди: Утицајна линија (M3) kNm/kN

Носач уз неоптерећен колосек. Пресек 2. Утицај M3



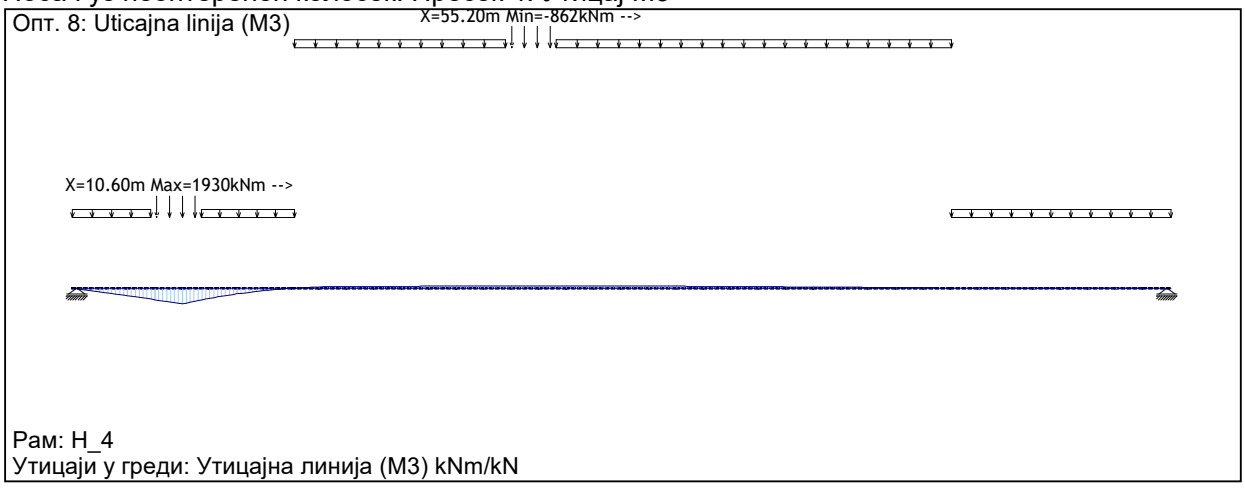
Рам: H_4
Утицаји у греди: Утицајна линија (M3) kNm/kN

Носач уз неоптерећен колосек. Пресек 3. Утицај M3



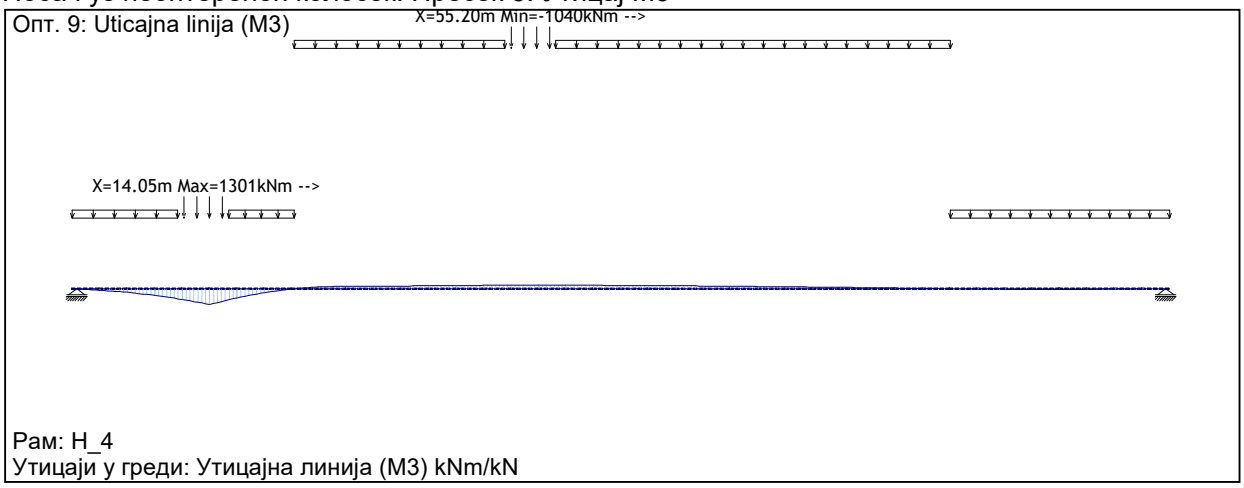
Рам: H_4
Утицаји у греди: Утицајна линија (M3) kNm/kN

Носач уз неоптерећен колосек. Пресек 4. Утицај M3

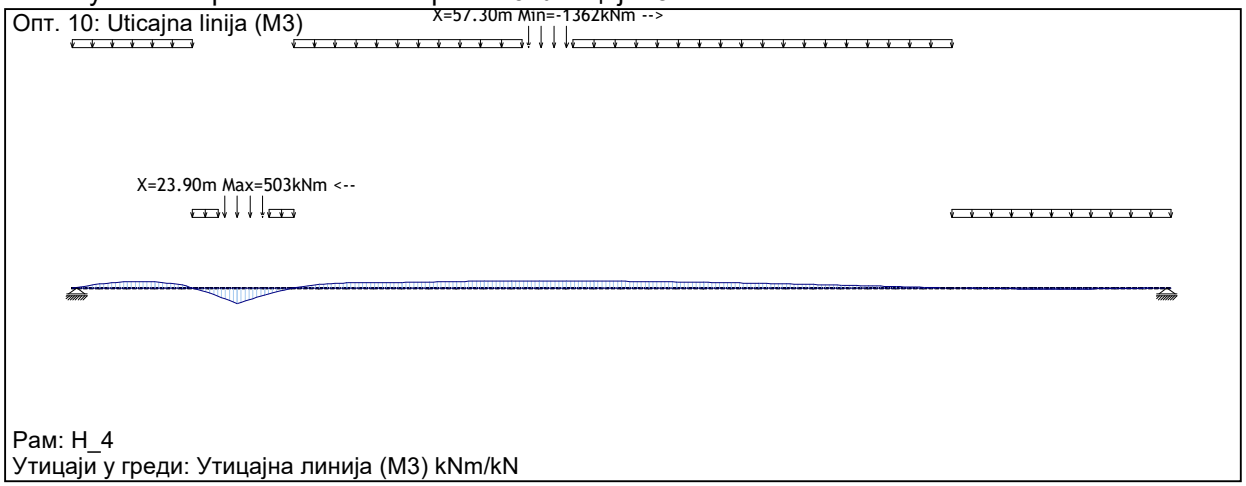


Рам: H_4
Утицаји у греди: Утицајна линија (M3) kNm/kN

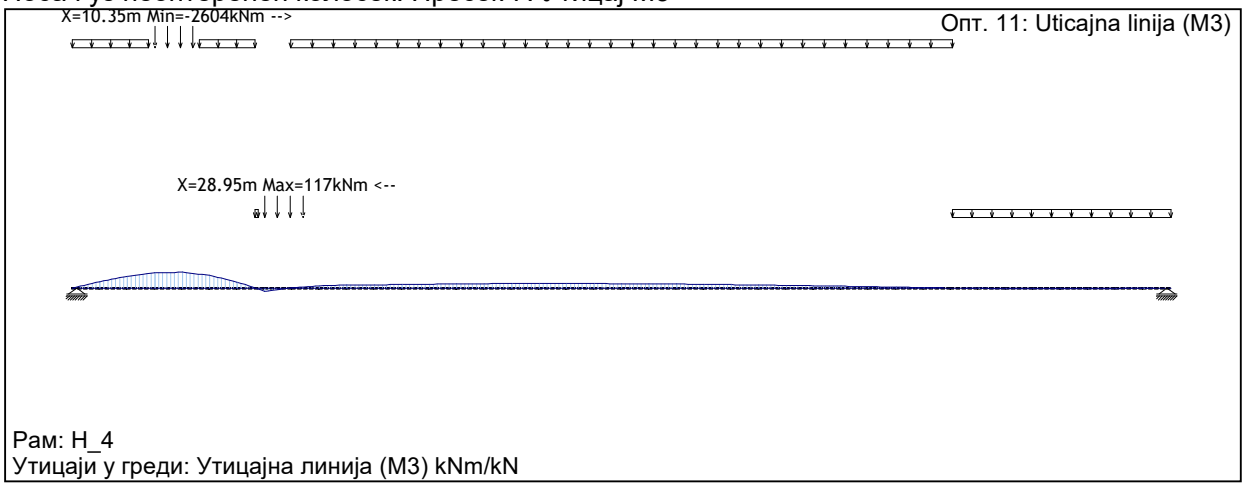
Носач уз неоптерећен колосек. Пресек 5. Утицај M3



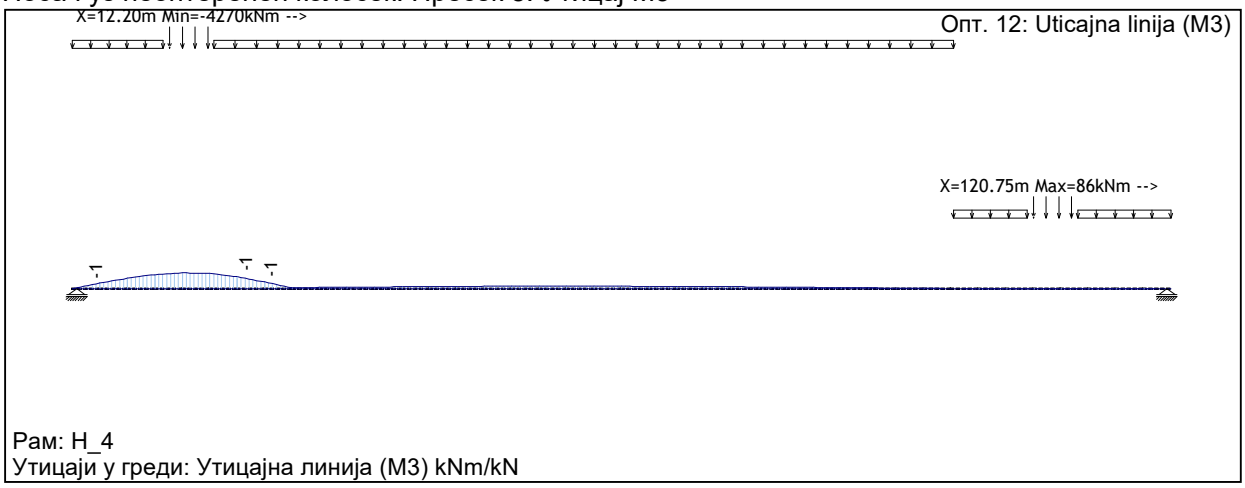
Носач уз неоптерећен колосек. Пресек 6. Утицај M3



Носач уз неоптерећен колосек. Пресек 7. Утицај M3



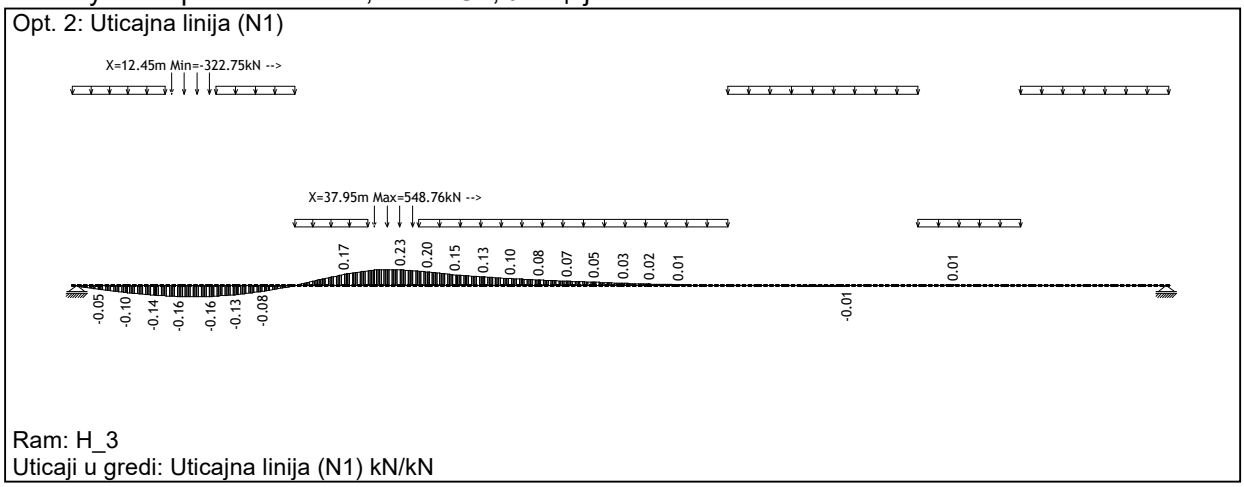
Носач уз неоптерећен колосек. Пресек 8. Утицај M3



Рам: H_4
Утицаји у греди: Утицајна линија (M3) kNm/kN

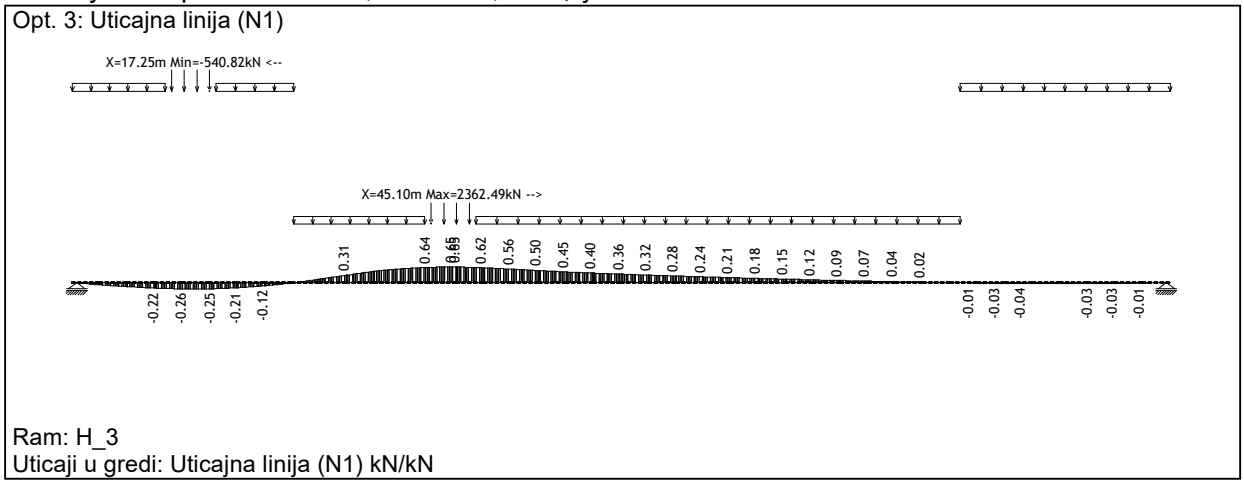
3.1.2.2 Утицајне линије и меродавни положаји возила LM71 на распону 2/ Influence lines and relevant positions of LM71 at span 2

Носач уз оптерећен колосек, Штап U1, Утицај N1



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

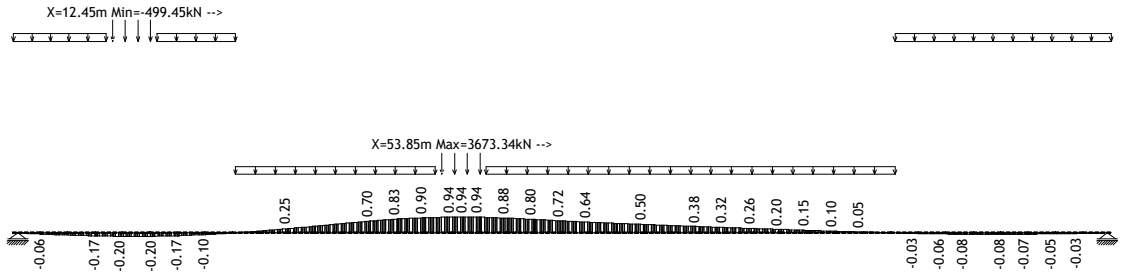
Носач уз оптерећен колосек, Штап U2, Утицај N1



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап U3, Утицај N1

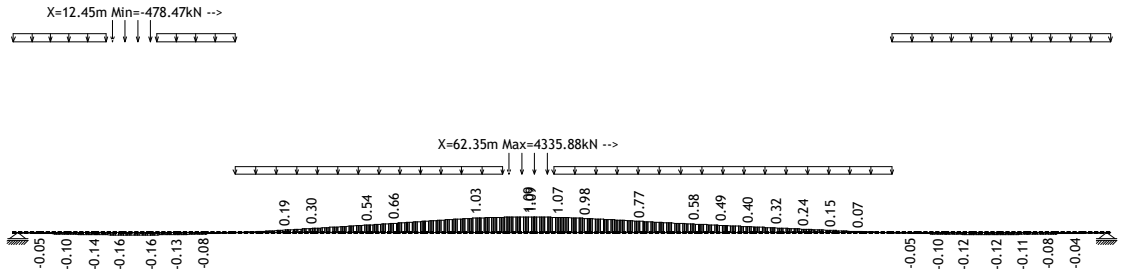
Opt. 4: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап U4, Утицај N1

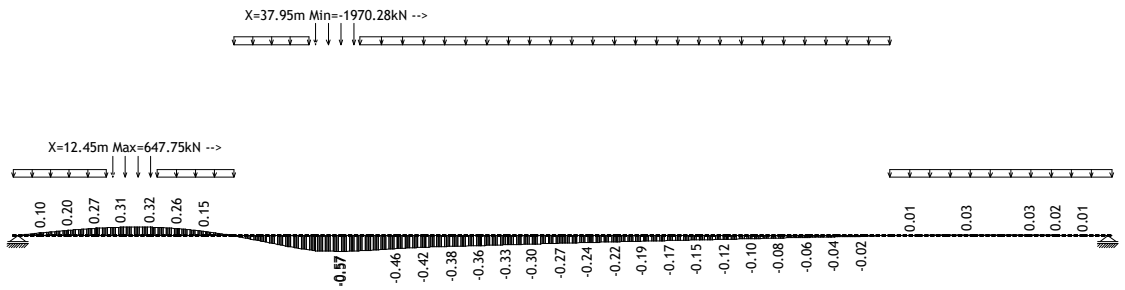
Opt. 5: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап O1, Утицај N1

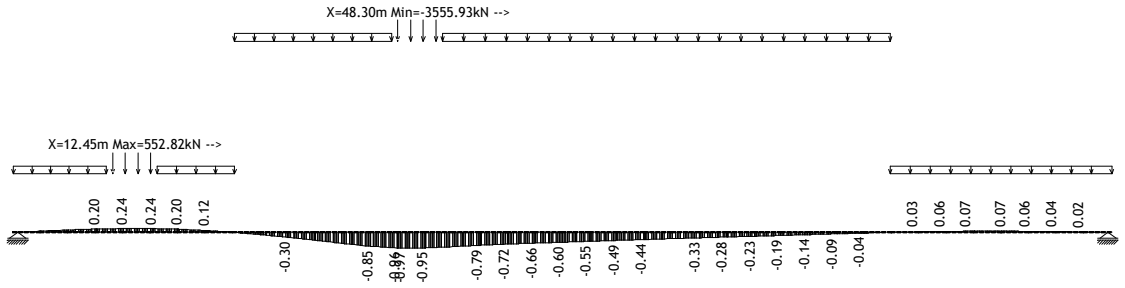
Opt. 6: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап O2, Утицај N1

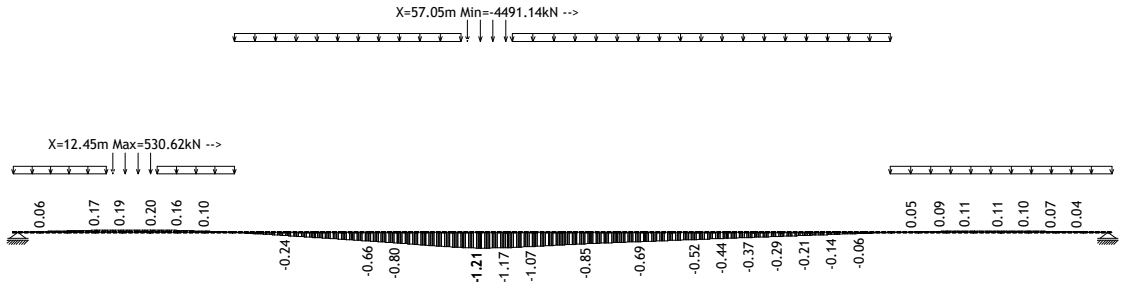
Opt. 7: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап O3, Утицај N1

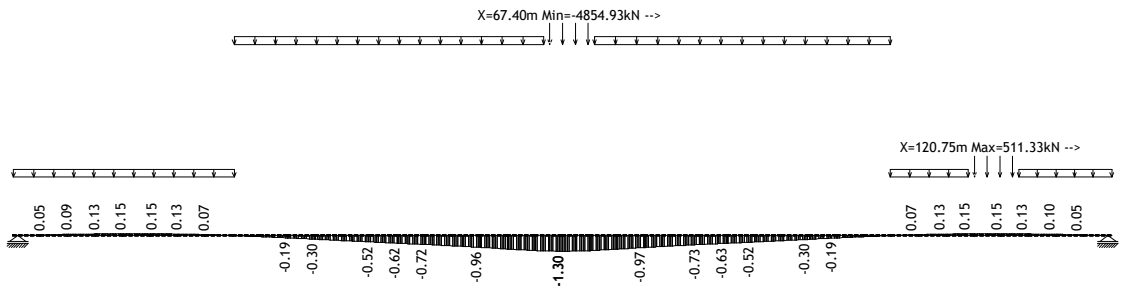
Opt. 8: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап O4, Утицај N1

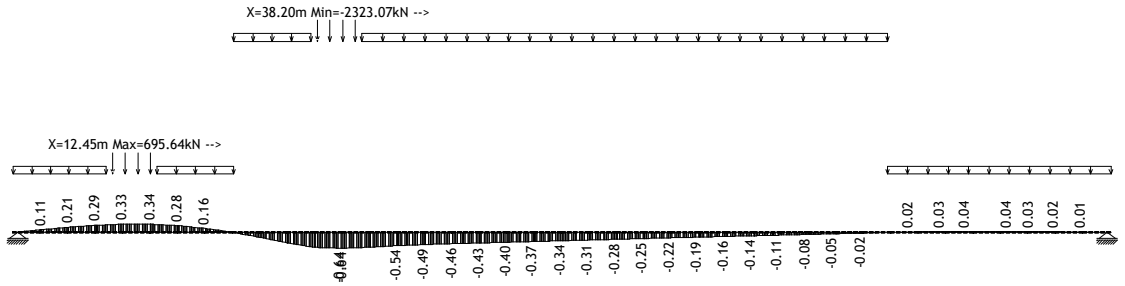
Opt. 9: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D1, Утицај N1

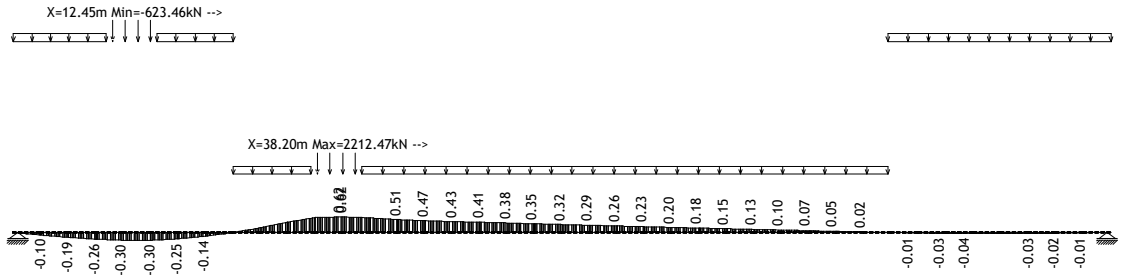
Opt. 10: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D2, Утицај N1

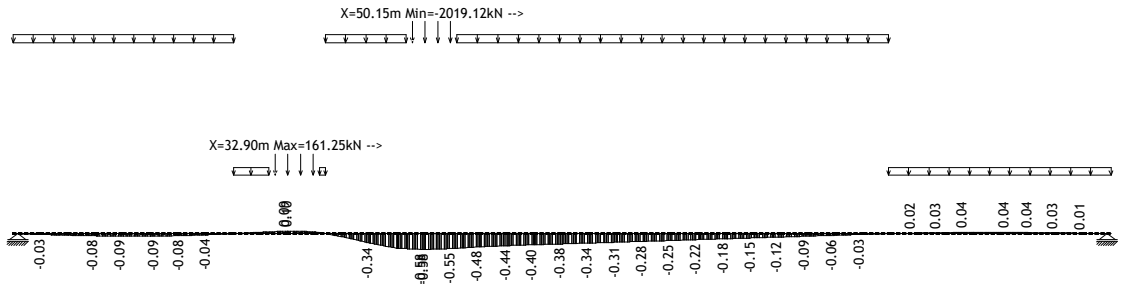
Opt. 11: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D3, Утицај N1

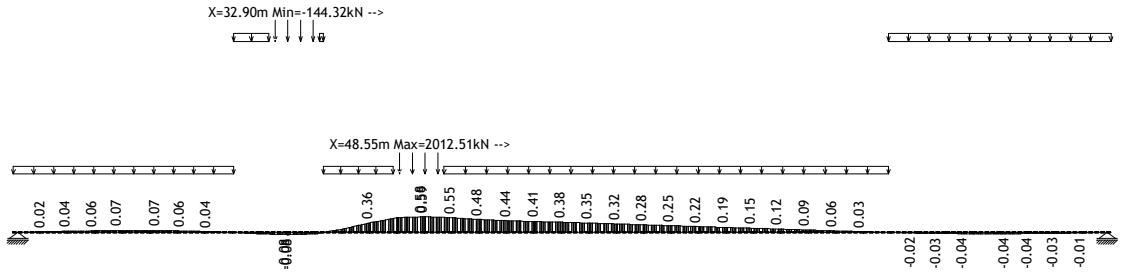
Opt. 12: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D4, Утицај N1

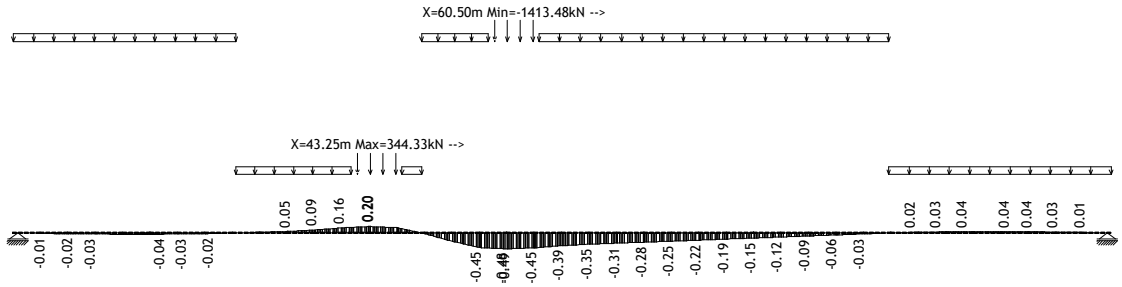
Opt. 13: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D5, Утицај N1

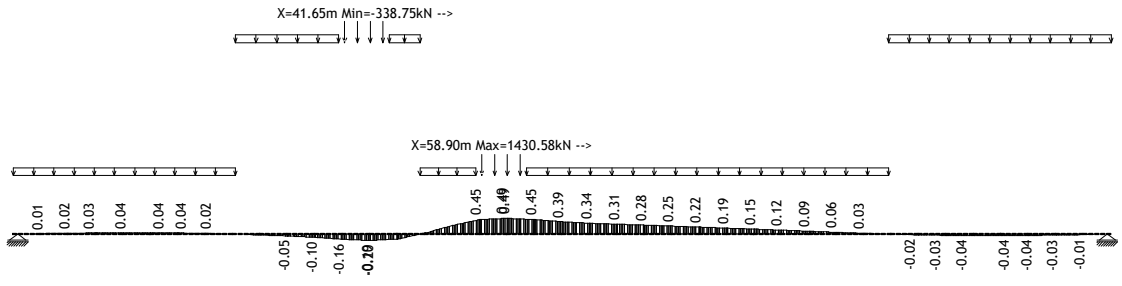
Opt. 14: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D6, Утицај N1

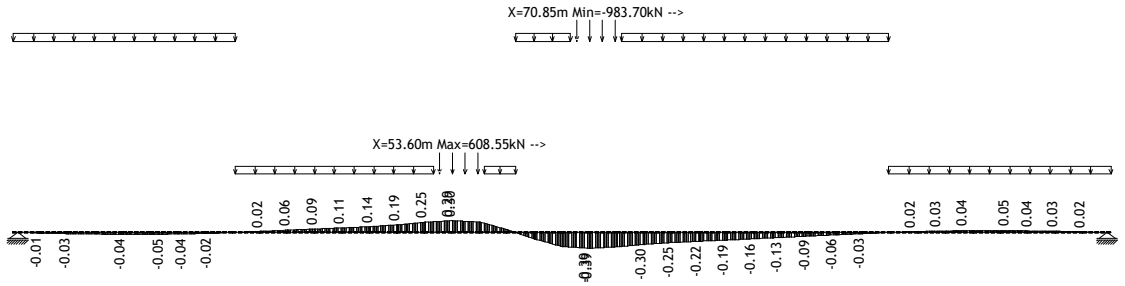
Opt. 15: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D7, Утицај N1

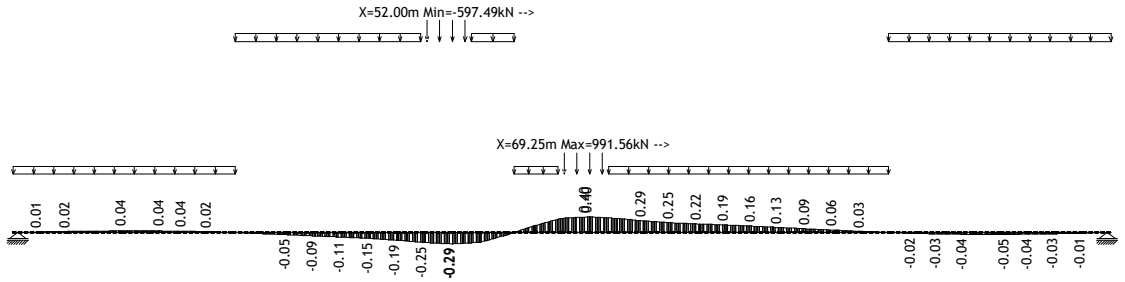
Opt. 16: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D8, Утицај N1

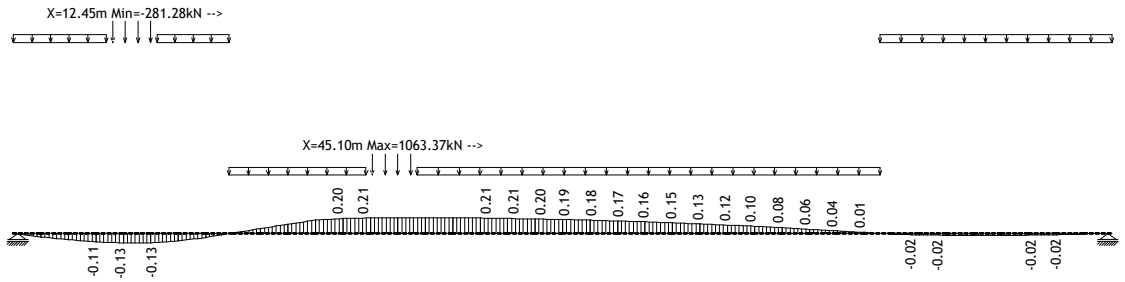
Opt. 17: Uticajna linija (N1)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап U1, Утицај N1

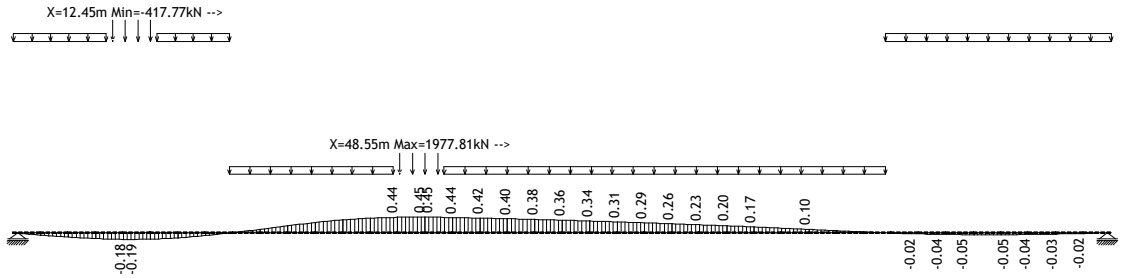
Opt. 2: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап U2, Утицај N1

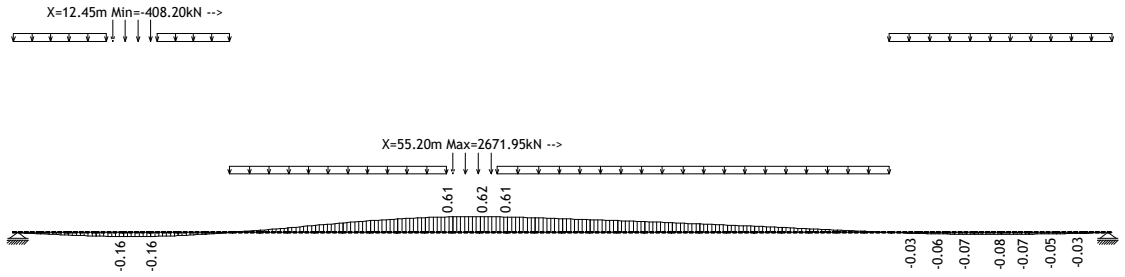
Opt. 3: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап U3, Утицај N1

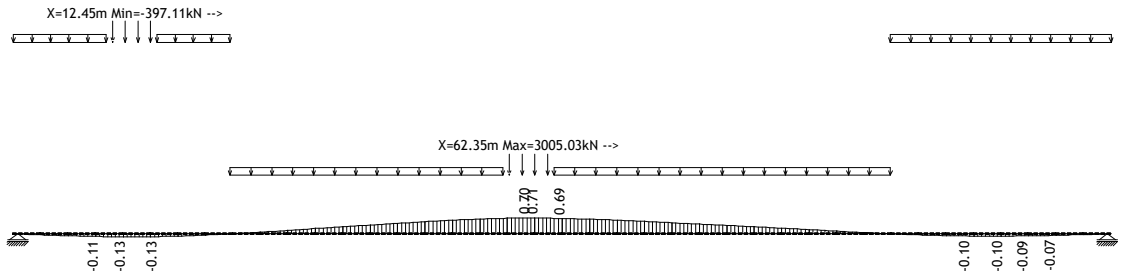
Opt. 4: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап U4, Утицај N1

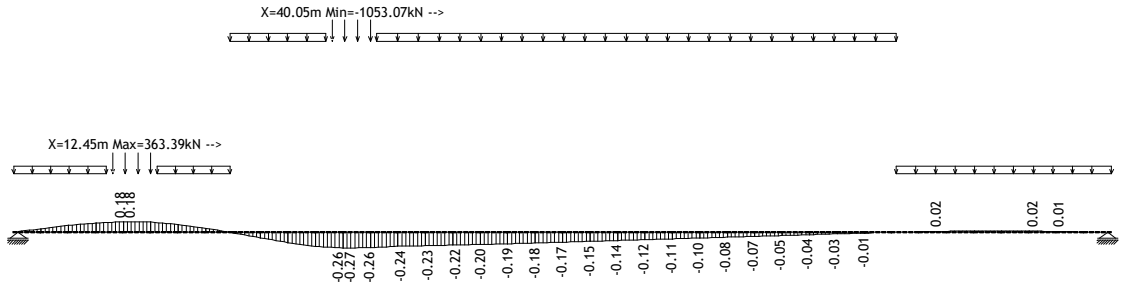
Opt. 5: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап O1, Утицај N1

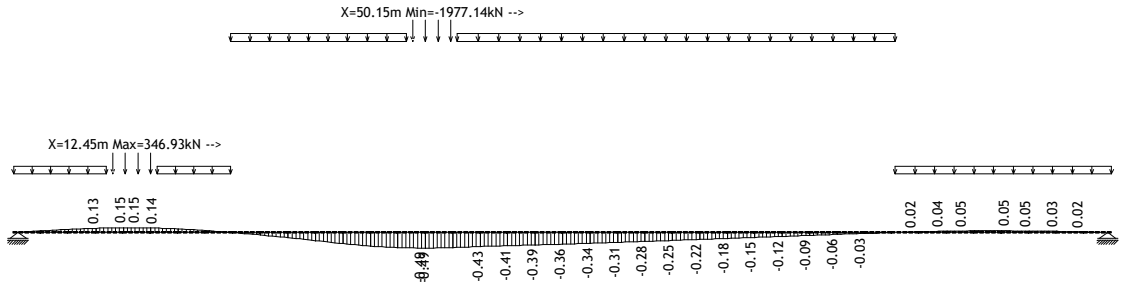
Opt. 6: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап O2, Утицај N1

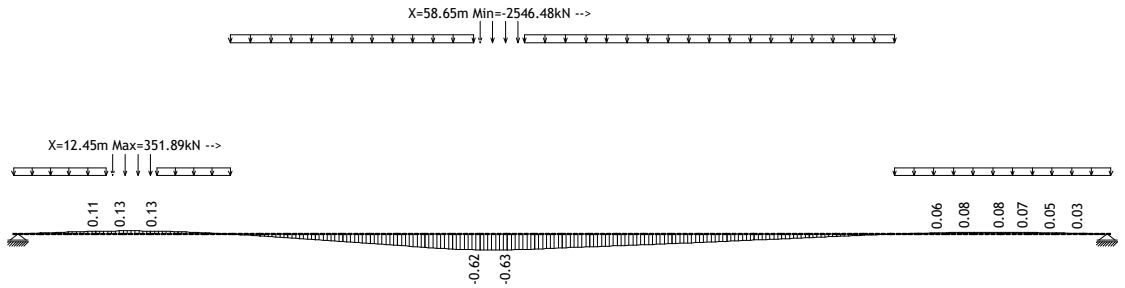
Opt. 7: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап O3, Утицај N1

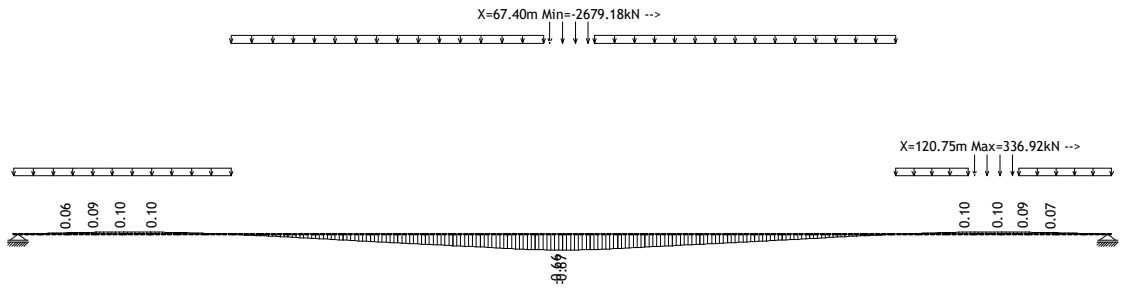
Opt. 8: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап O4, Утицај N1

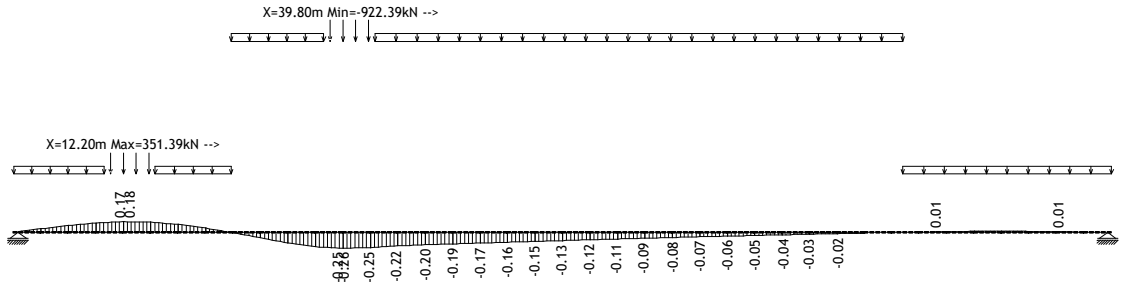
Opt. 9: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап D1, Утицај N1

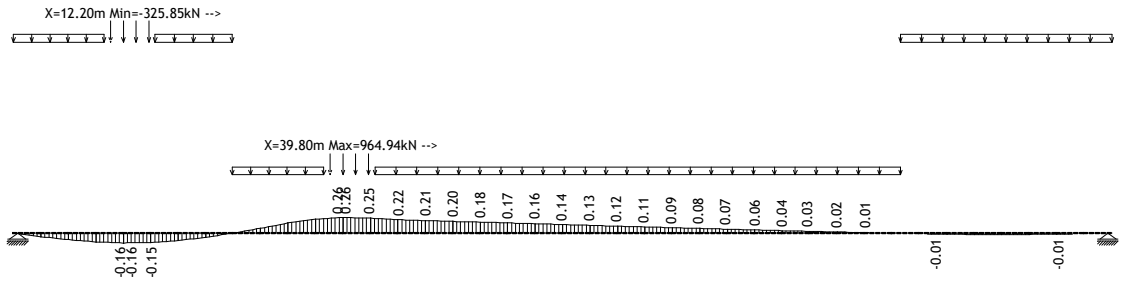
Opt. 10: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап D2, Утицај N1

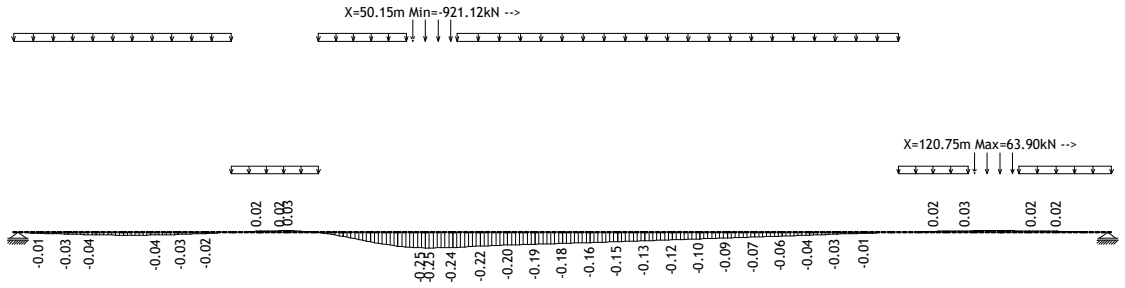
Opt. 11: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап D3, Утицај N1

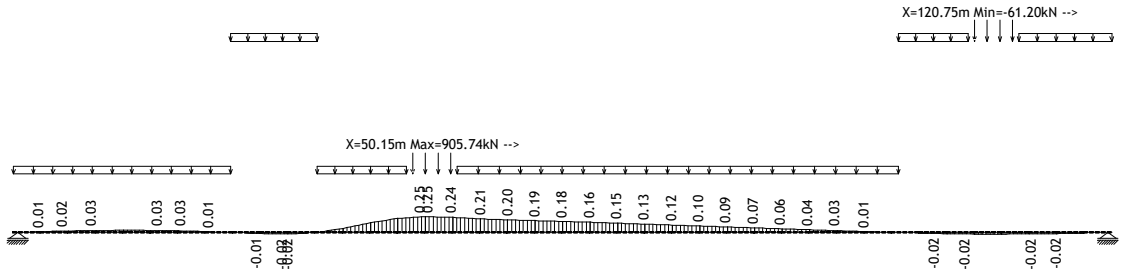
Opt. 12: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап D4, Утицај N1

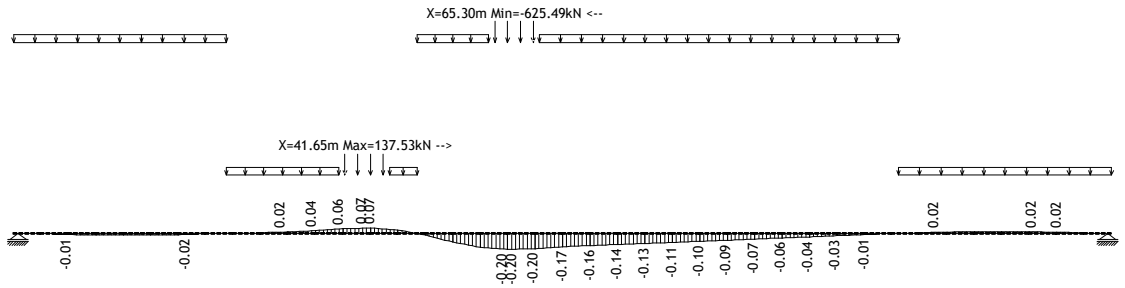
Opt. 13: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап D5, Утицај N1

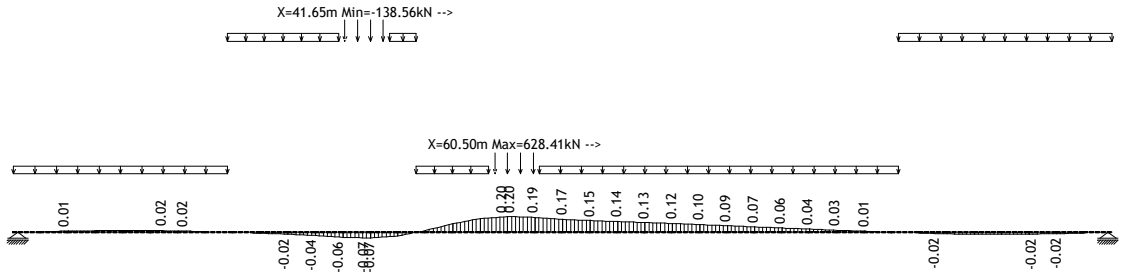
Opt. 14: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап D6, Утицај N1

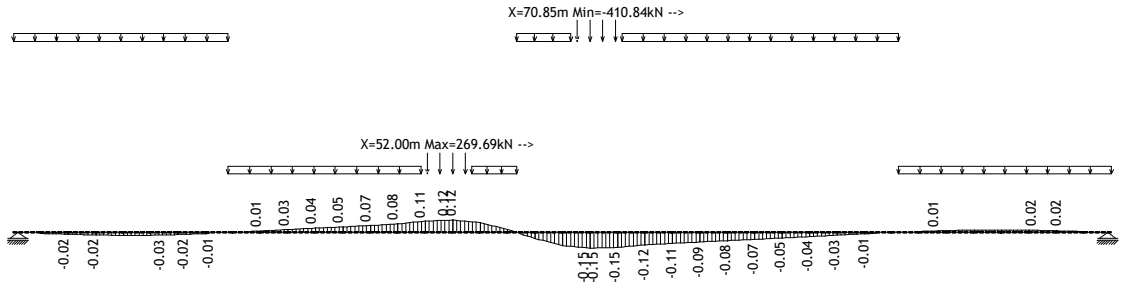
Opt. 15: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап D7, Утицај N1

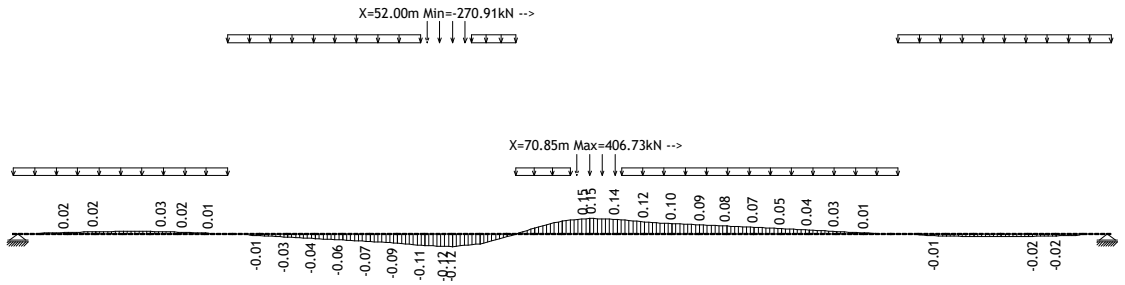
Opt. 16: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Штап D8, Утицај N1

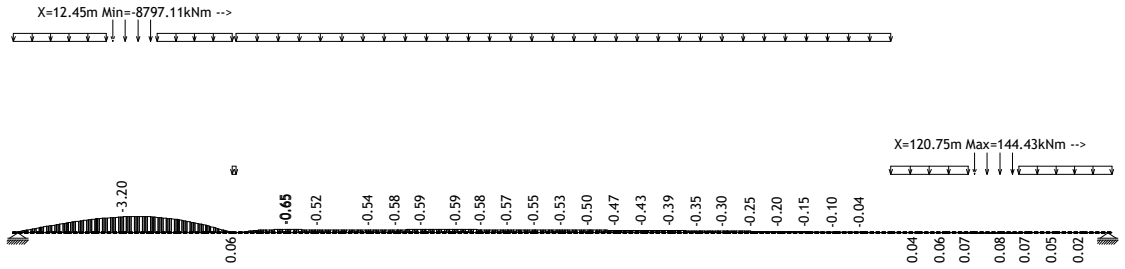
Opt. 17: Uticajna linija (N1)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (N1) kN/kN

Носач уз оптерећен колосек, Чвор U1.1, Утицај M3

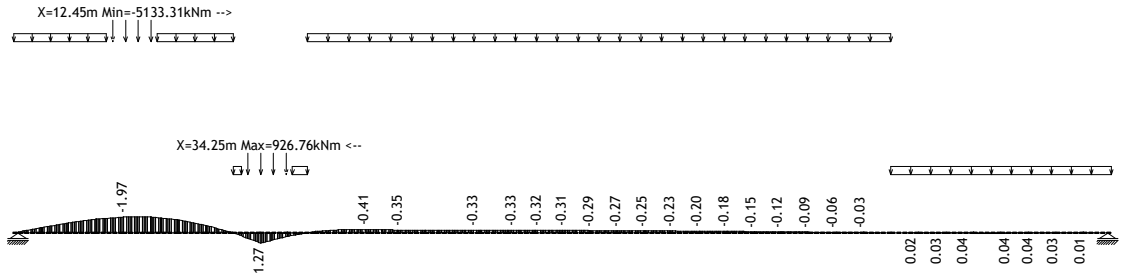
Opt. 18: Uticajna linija (M3)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Чвор U1.2, Утицај M3

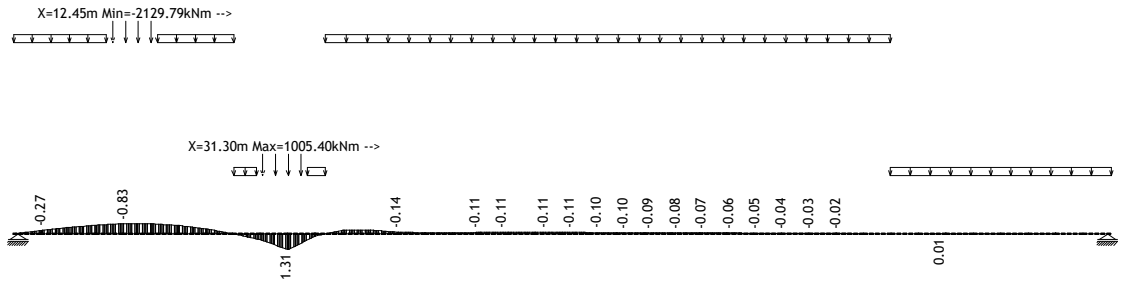
Opt. 19: Uticajna linija (M3)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Чвор U1.3, Утицај M3

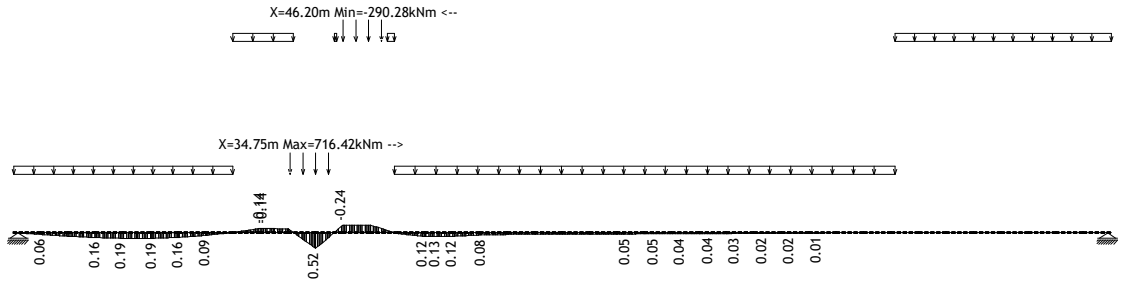
Opt. 20: Uticajna linija (M3)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Чвор U2.1, Утицај M3

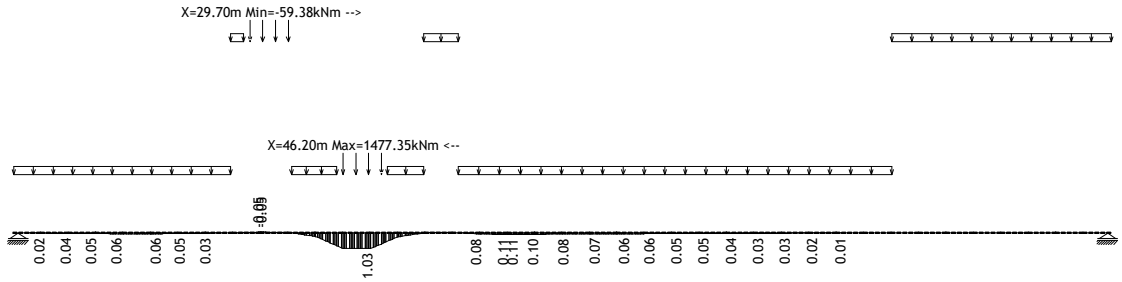
Opt. 21: Uticajna linija (M3)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Чвор U2.2-3, Утицај M3

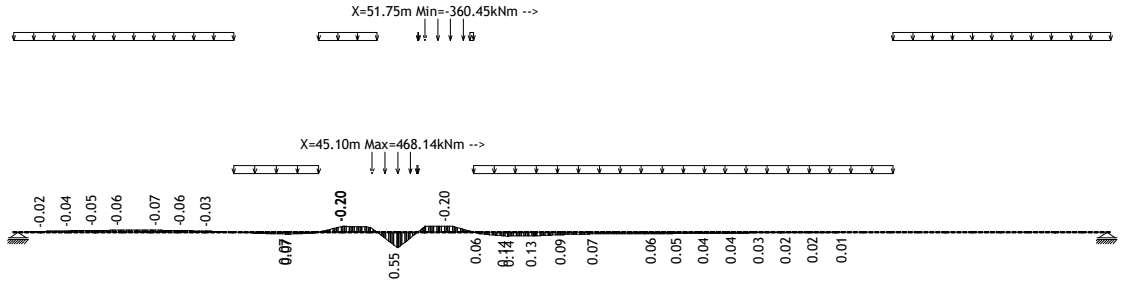
Opt. 22: Uticajna linija (M3)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап U3.1, Утицај M3

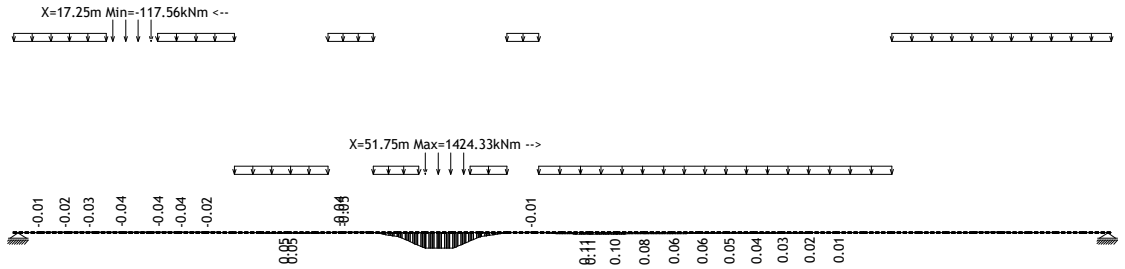
Opt. 23: Uticajna linija (M3)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап U3.2-3, Утицај M3

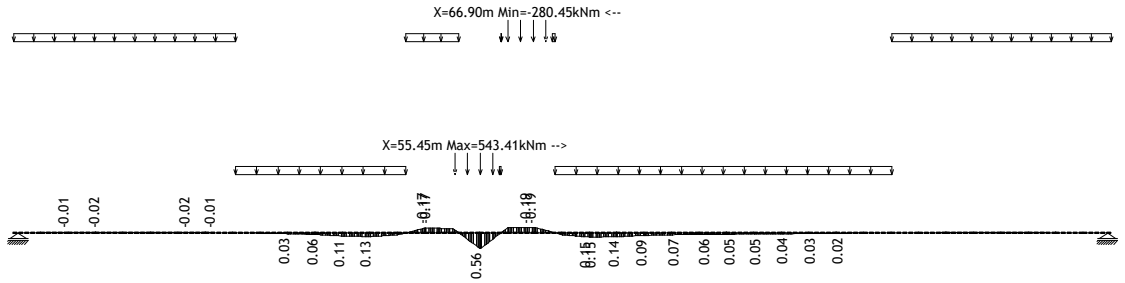
Opt. 24: Uticajna linija (M3)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Чвор U4.1, Утицај M3

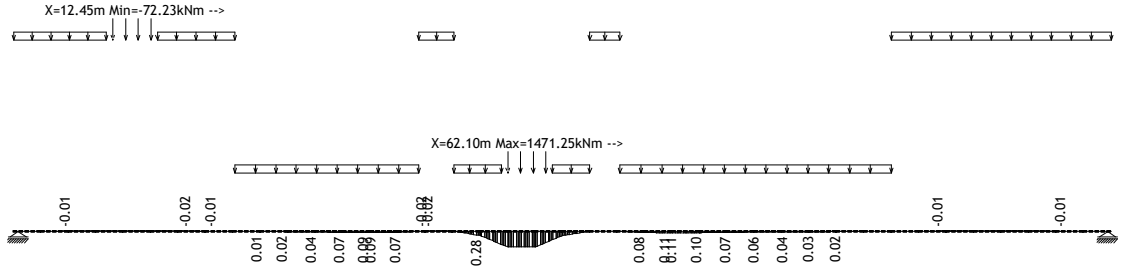
Opt. 25: Uticajna linija (M3)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап U4.2-3, Утицај M3

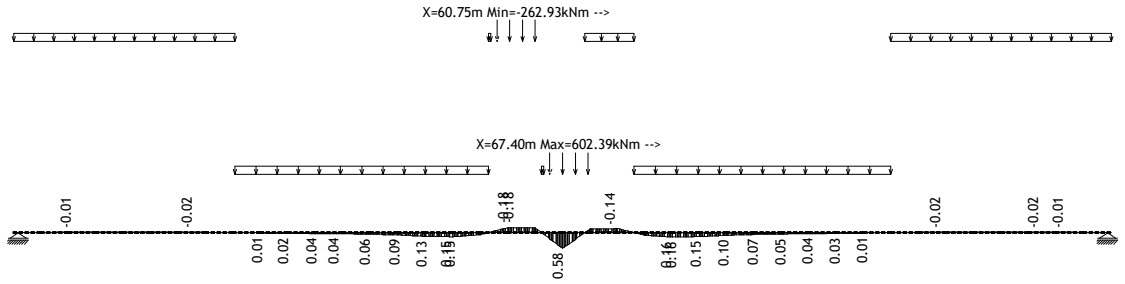
Opt. 26: Uticajna linija (M3)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Чвор U4.3, Утицај M3

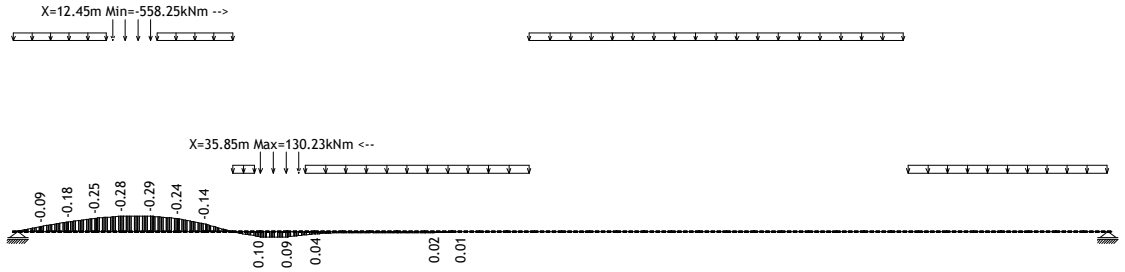
Opt. 27: Uticajna linija (M3)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D1, Утицај M3

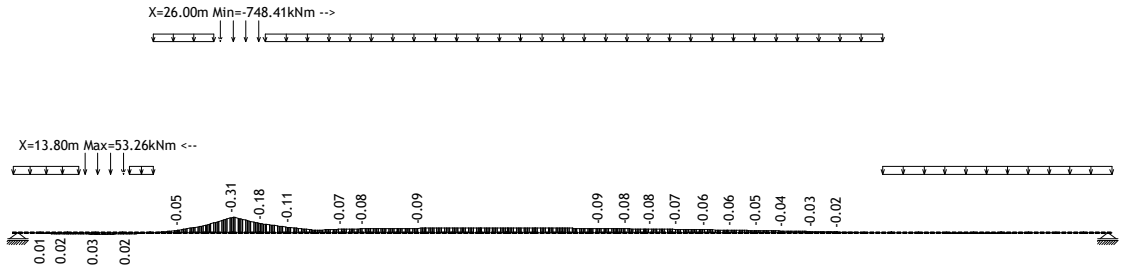
Opt. 28: Uticajna linija (M3)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D1, Утицај M2

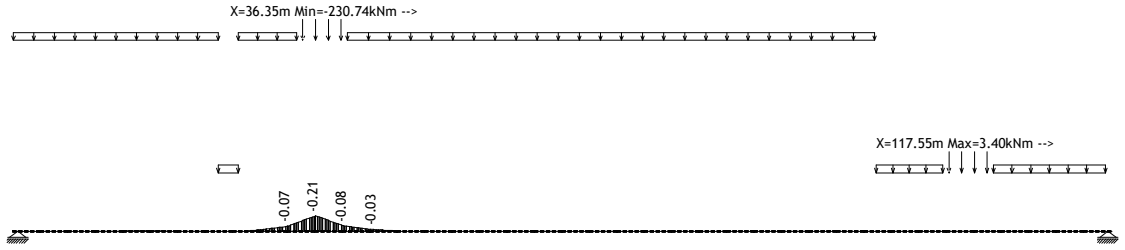
Opt. 29: Uticajna linija (M2)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M2) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D2, Утицај M2

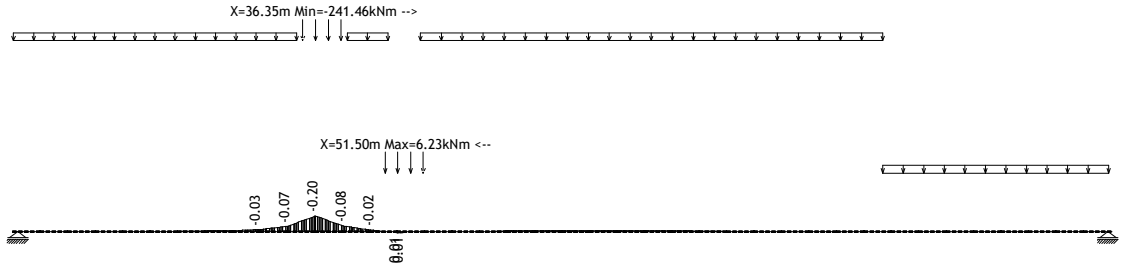
Opt. 30: Uticajna linija (M2)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M2) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D3, Утицај M2

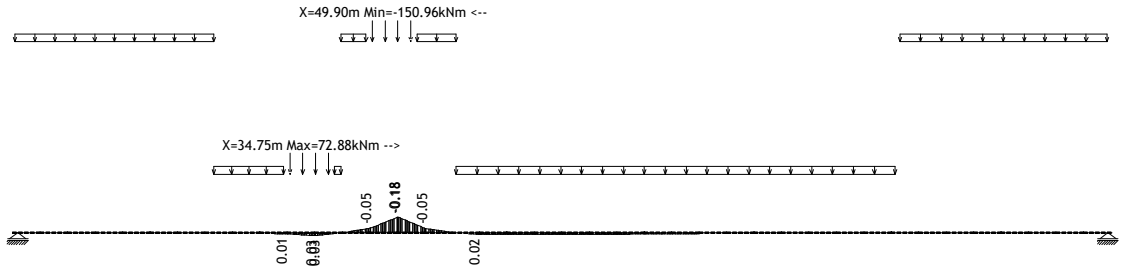
Opt. 31: Uticajna linija (M2)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M2) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D4, Утицај M2

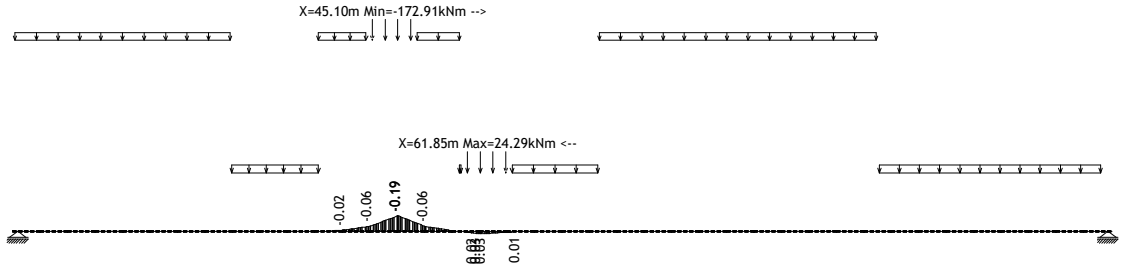
Opt. 32: Uticajna linija (M2)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M2) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D5, Утицај M2

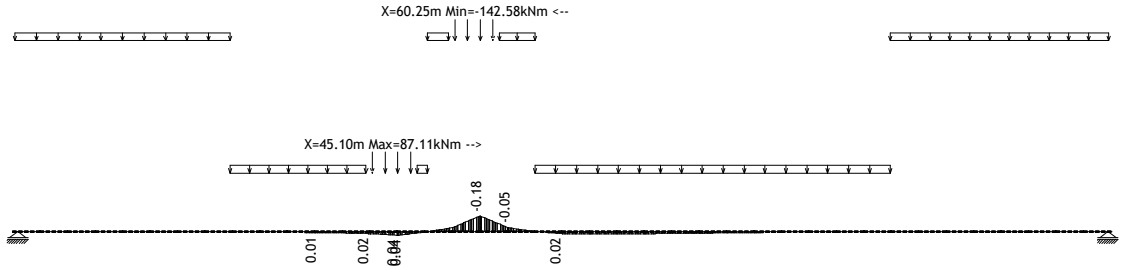
Opt. 33: Uticajna linija (M2)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M2) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D6, Утицај M2

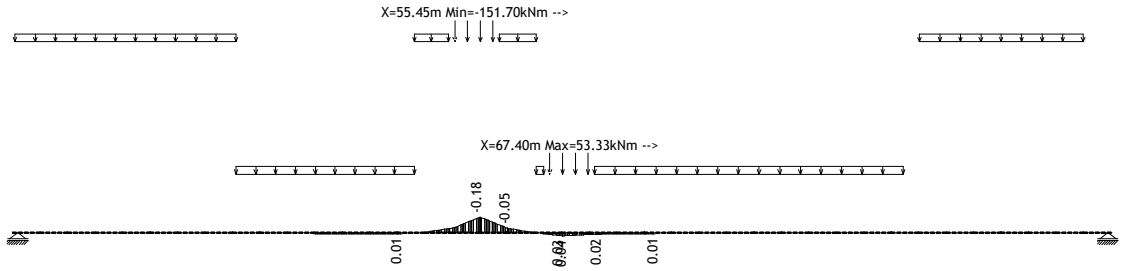
Opt. 34: Uticajna linija (M2)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M2) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D7, Утицај M2

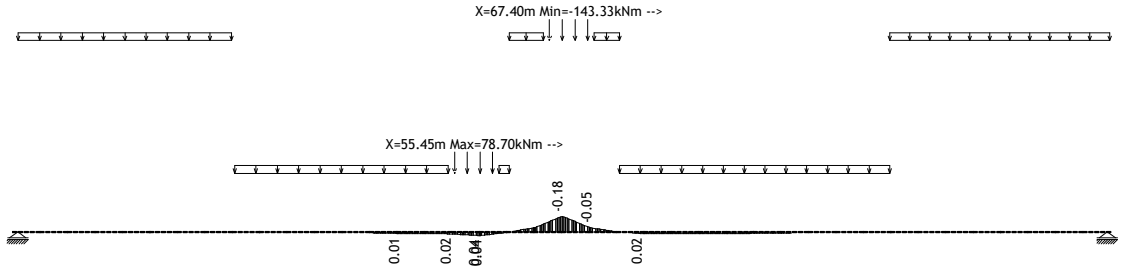
Opt. 35: Uticajna linija (M2)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M2) kNm/kN

Носач уз оптерећен колосек, Штап D8, Утицај M2

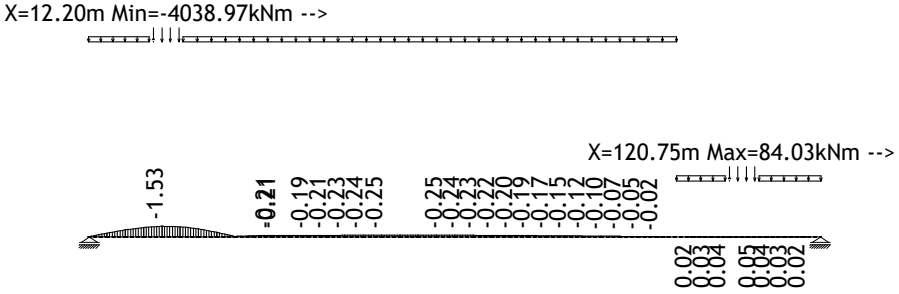
Opt. 36: Uticajna linija (M2)



Ram: H_3
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M2) kNm/kN

Носач уз неоптерећен колосек, Чвор U1.1, Утицај M3

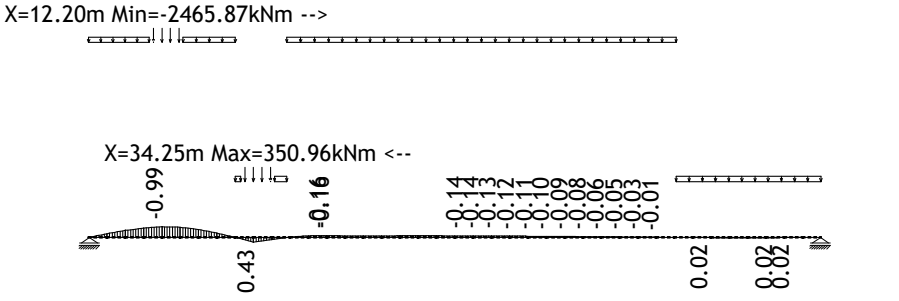
Opt. 18: Uticajna linija (M3)



Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

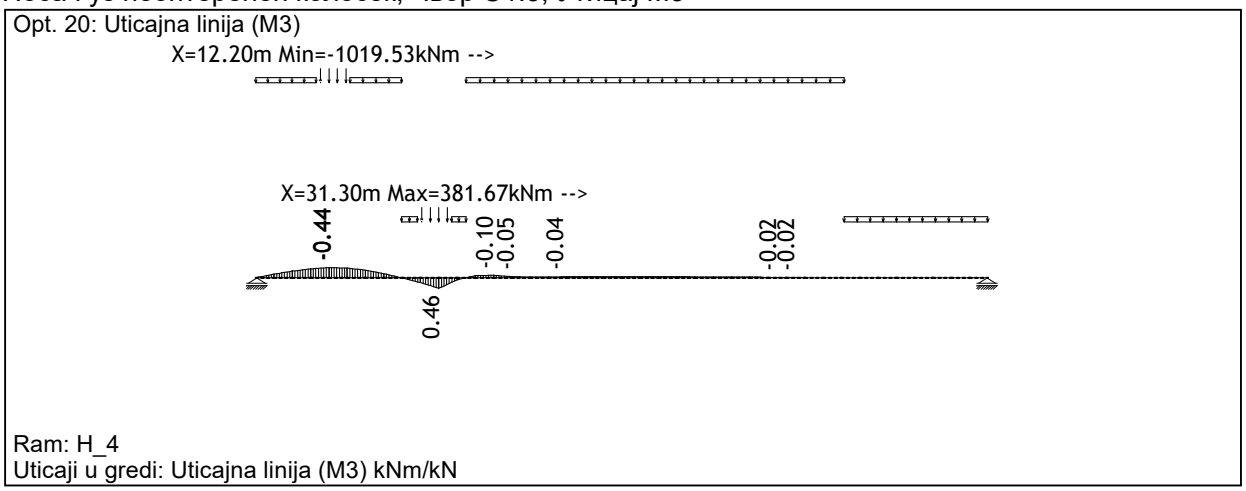
Носач уз неоптерећен колосек, Чвор U1.2, Утицај M3

Opt. 19: Uticajna linija (M3)

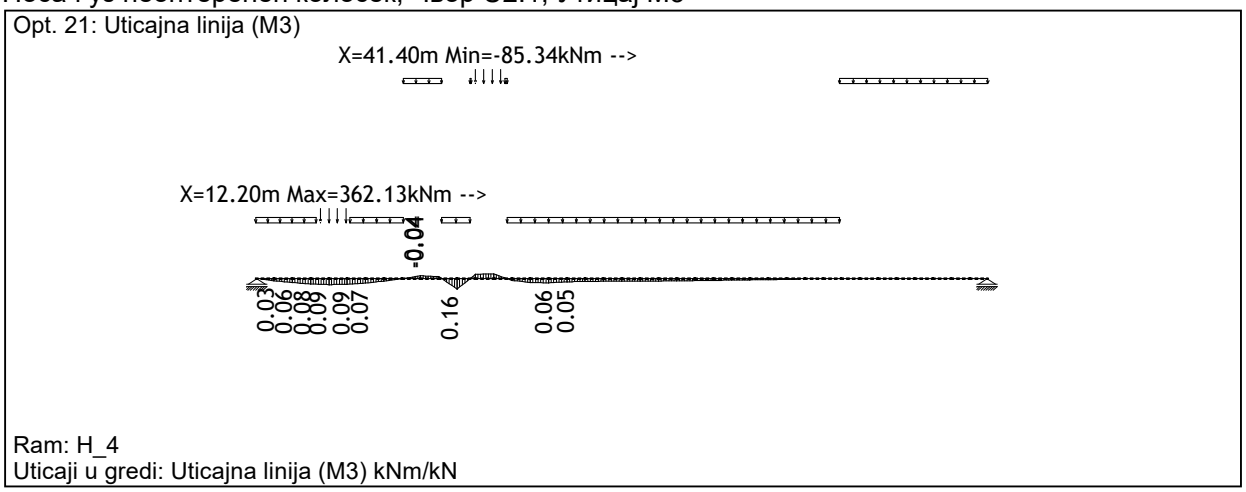


Ram: H_4
Uticaji u gredi: Uticajna linija (M3) kNm/kN

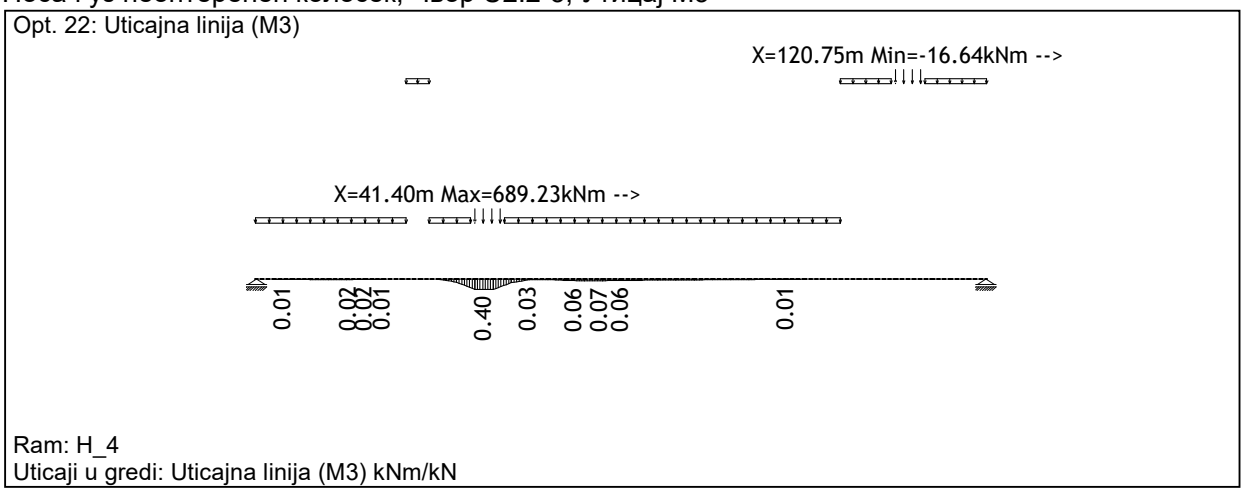
Носач уз неоптерећен колосек, Чвор U1.3, Утицај M3



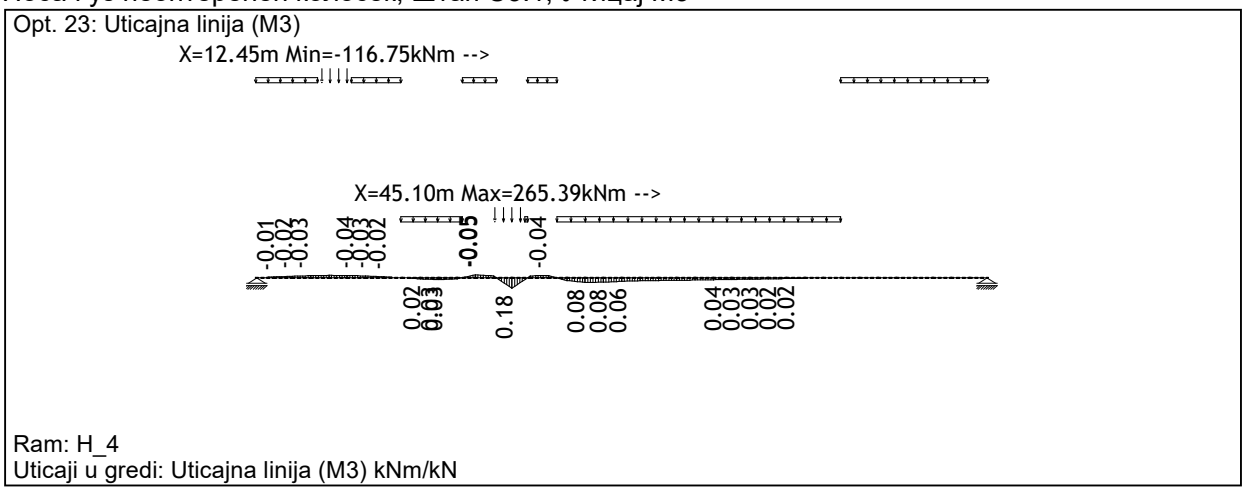
Носач уз неоптерећен колосек, Чвор U2.1, Утицај M3



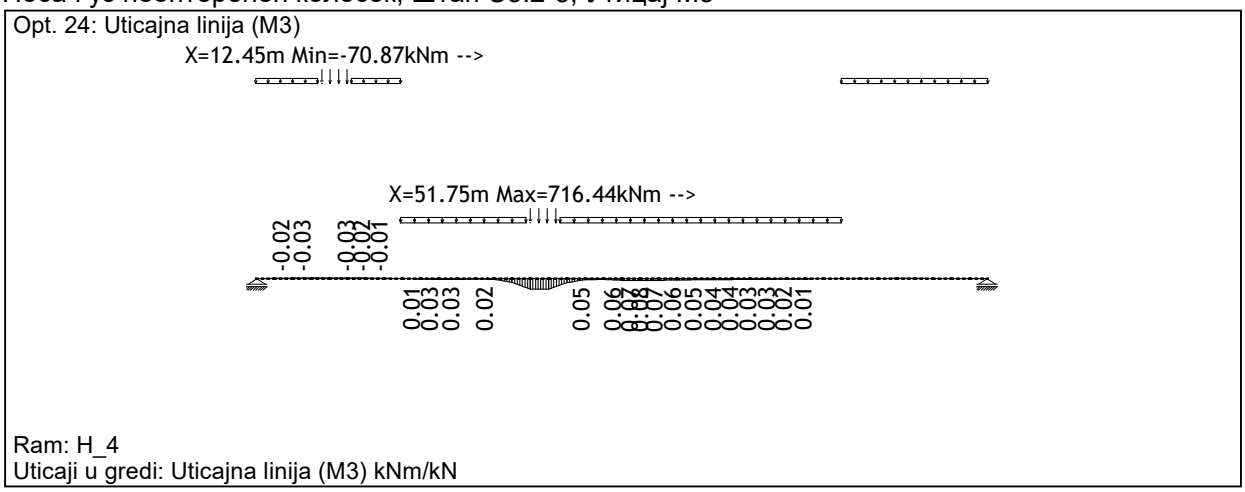
Носач уз неоптерећен колосек, Чвор U2.2-3, Утицај M3



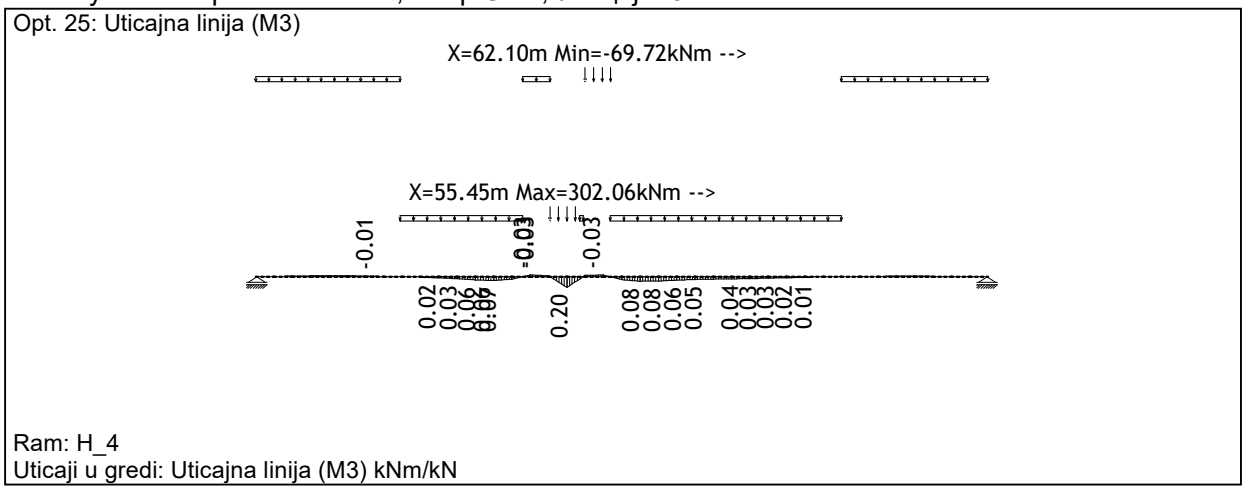
Носач уз неоптерећен колосек, Штап U3.1, Утицај M3



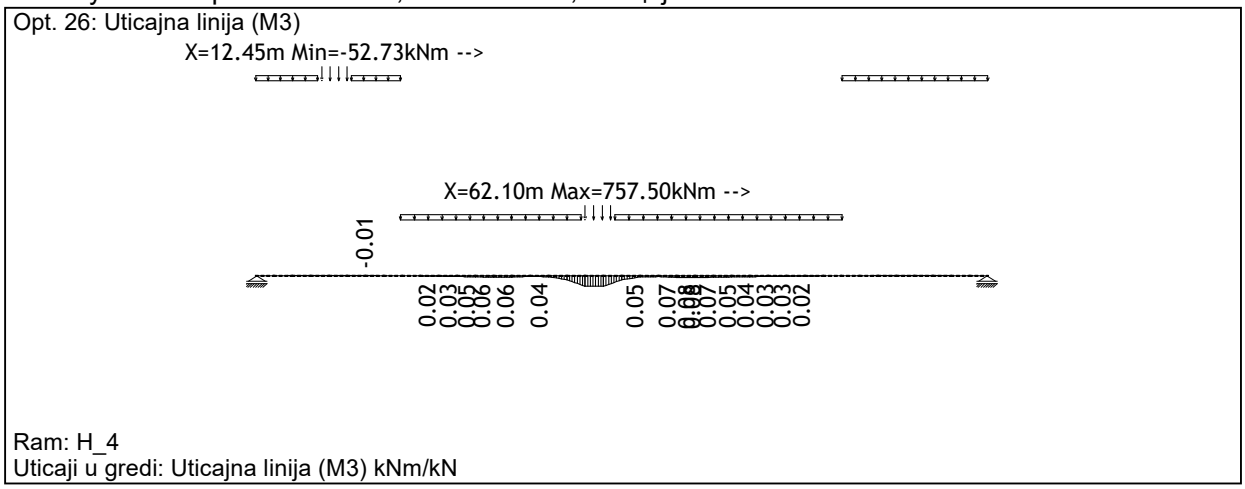
Носач уз неоптерећен колосек, Штап U3.2-3, Утицај M3



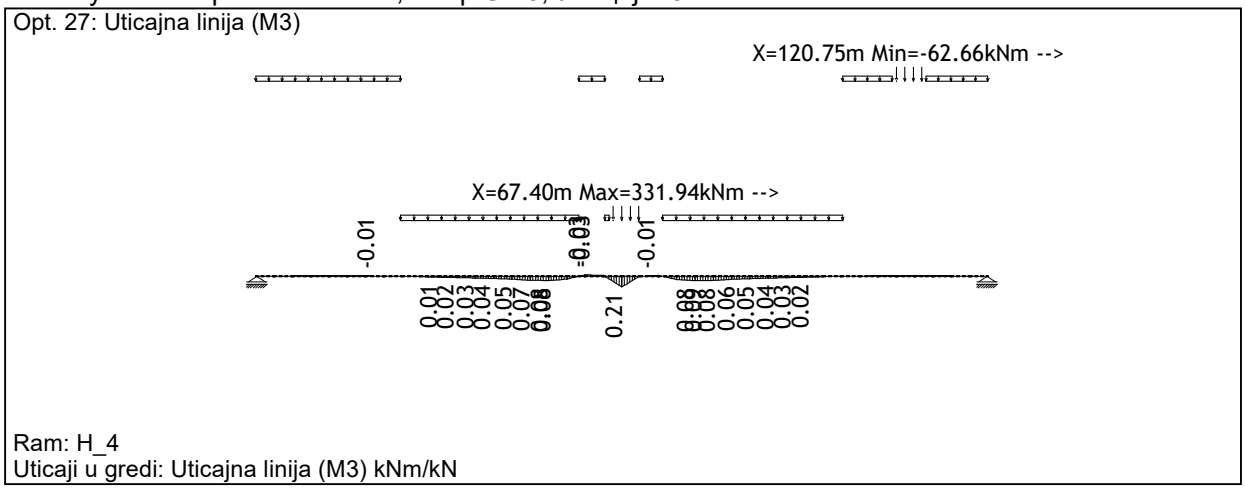
Носач уз неоптерећен колосек, Чвор U4.1, Утицај M3



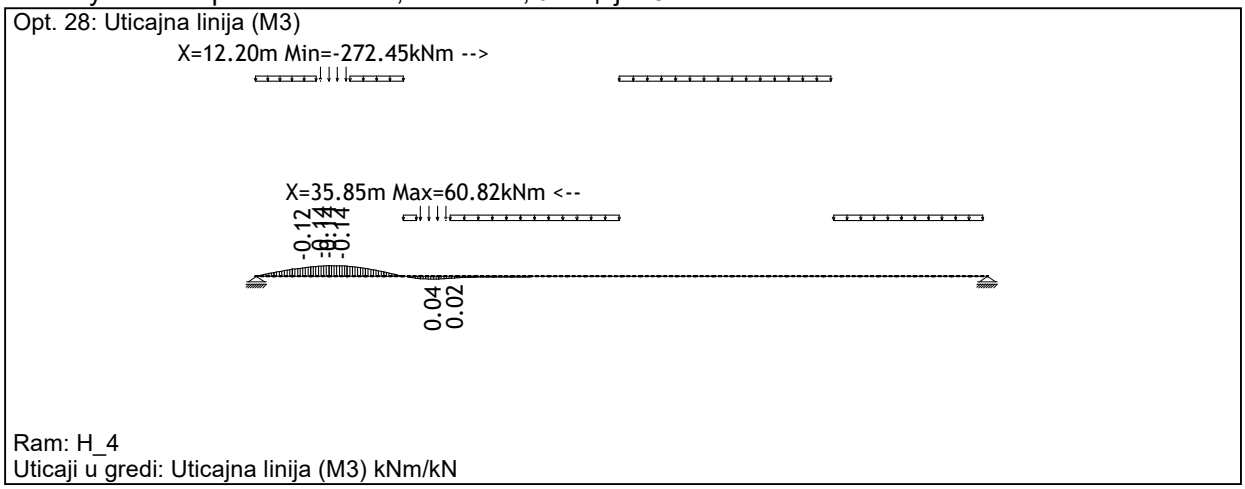
Носач уз неоптерећен колосек, Штап U4.2-3, Утицај M3



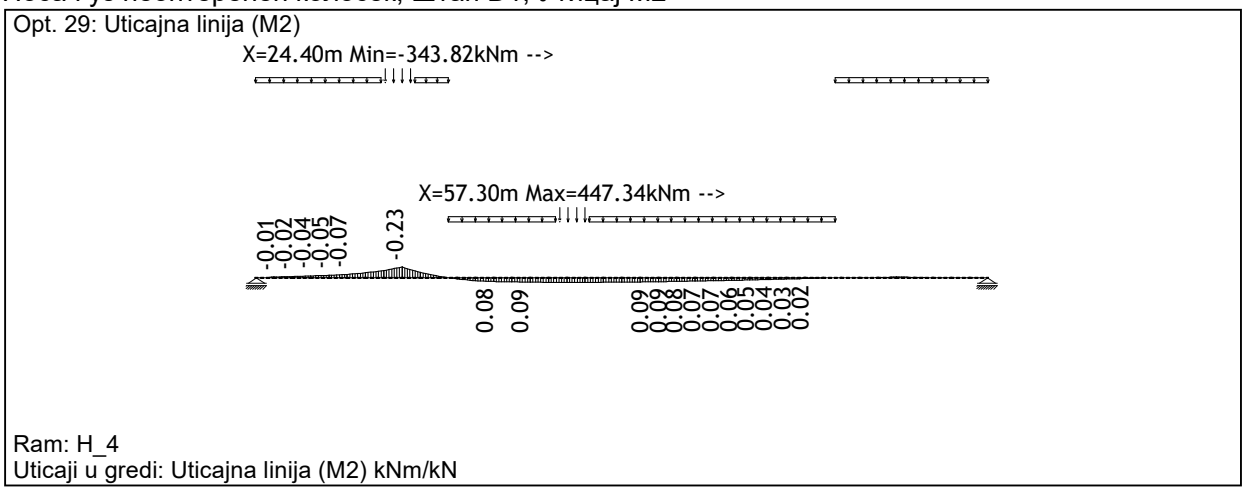
Носач уз неоптерећен колосек, Чвор U4.3, Утицај M3



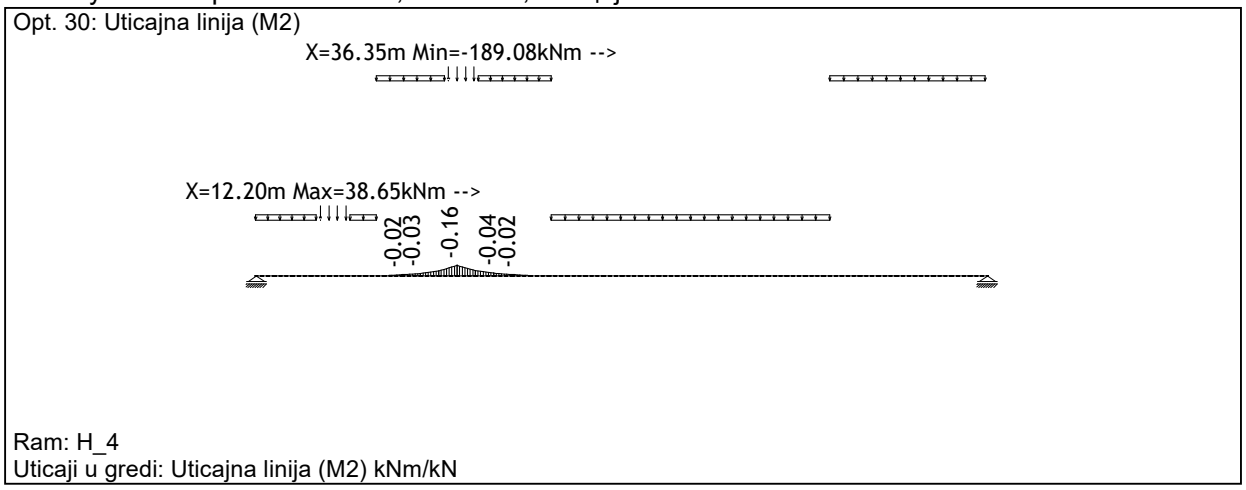
Носач уз неоптерећен колосек, Штап D1, Утицај M3



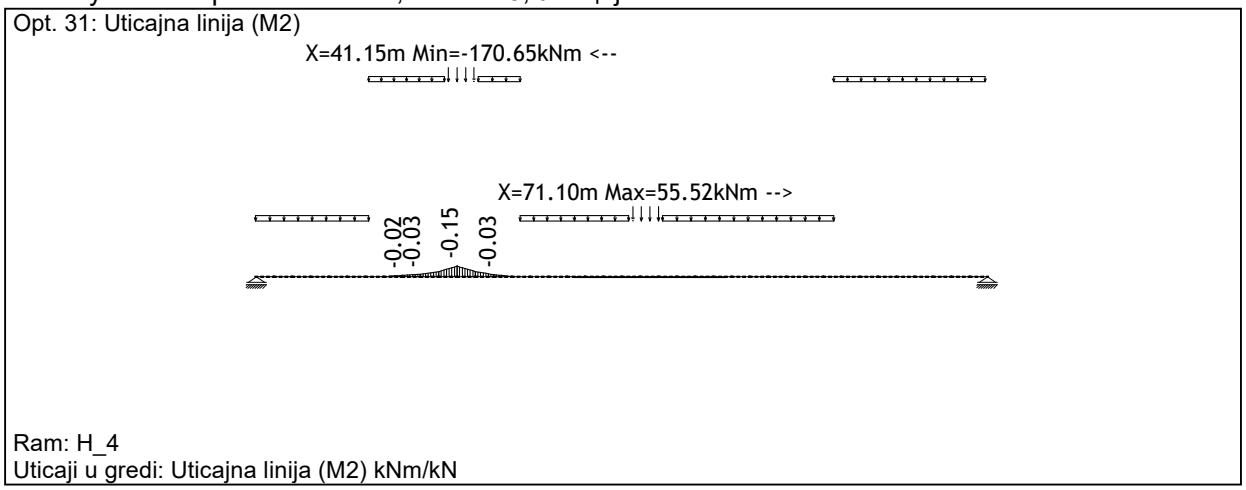
Носач уз неоптерећен колосек, Штап D1, Утицај M2



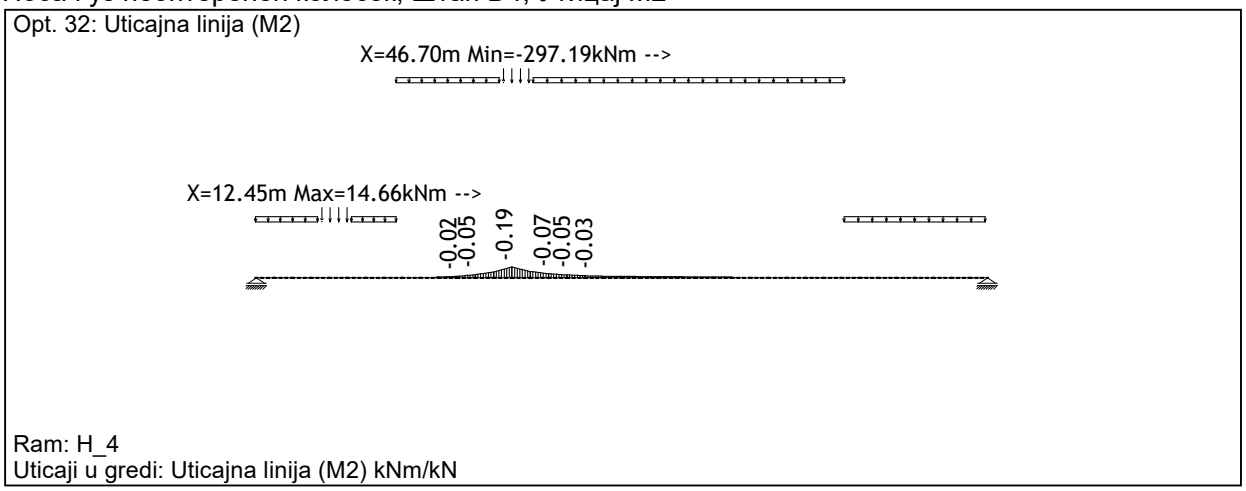
Носач уз неоптерећен колосек, Штап D2, Утицај M2



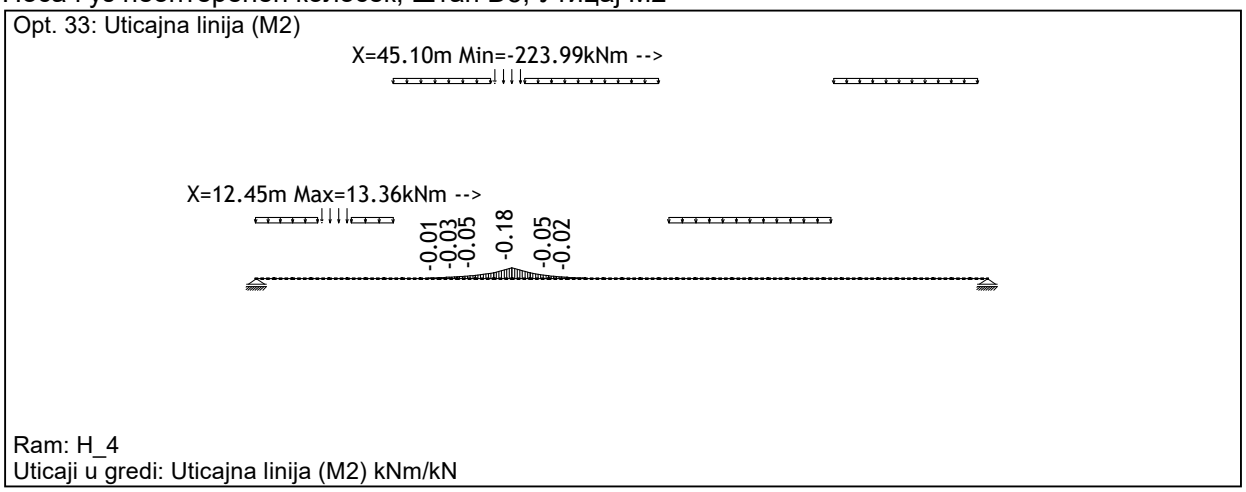
Носач уз неоптерећен колосек, Штап D3, Утицај M2



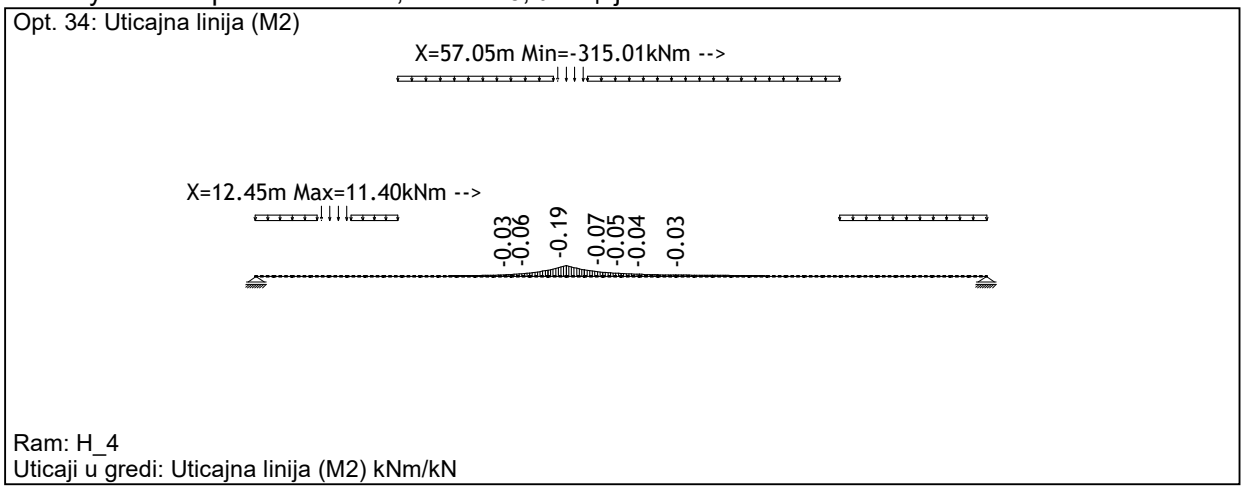
Носач уз неоптерећен колосек, Штап D4, Утицај M2



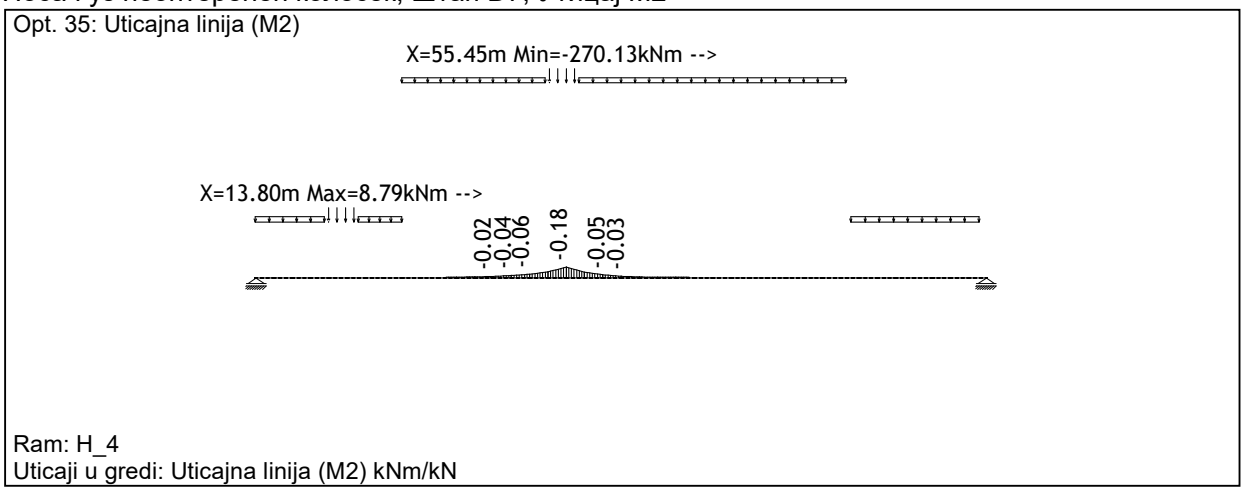
Носач уз неоптерећен колосек, Штап D5, Утицај M2



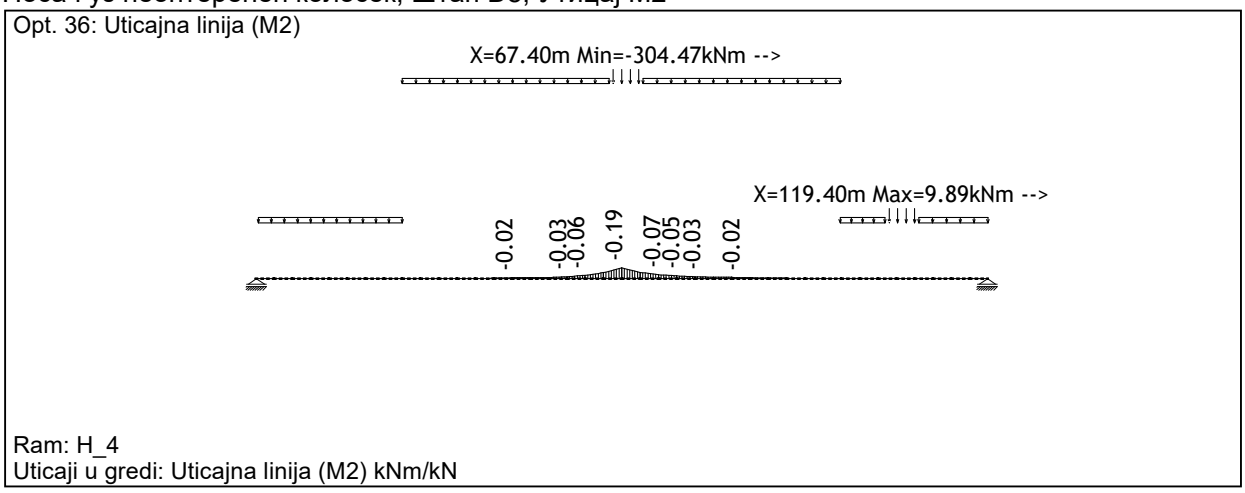
Носач уз неоптерећен колосек, Штап D6, Утицај M2



Носач уз неоптерећен колосек, Штап D7, Утицај M2

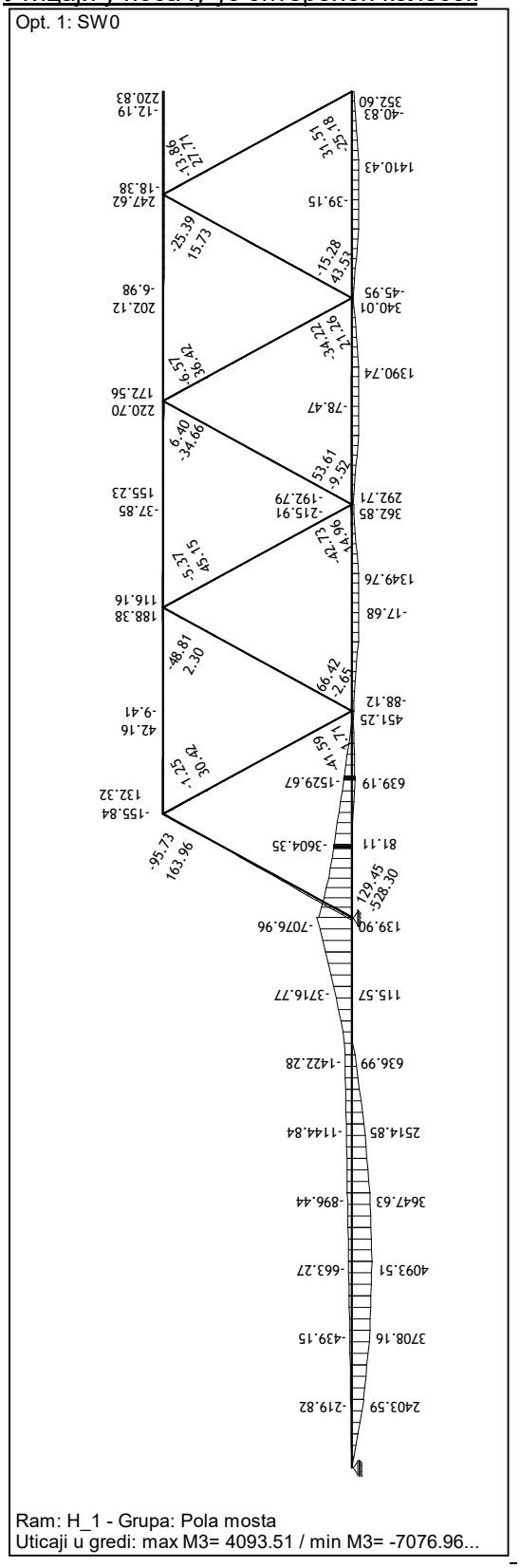


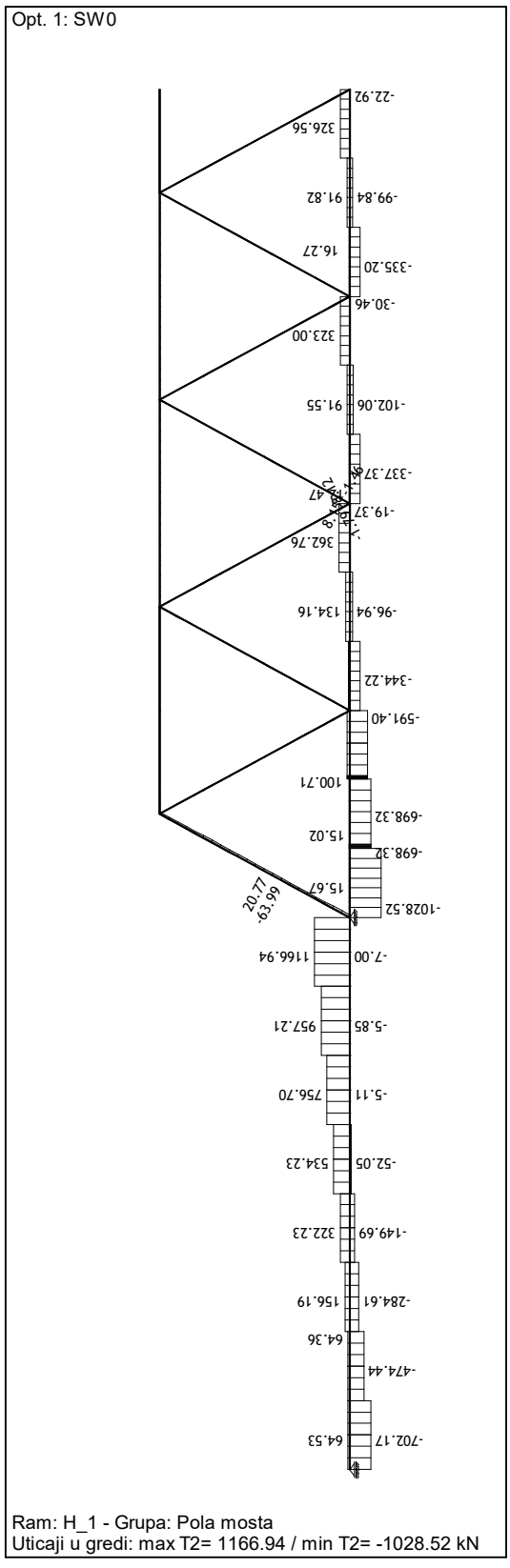
Носач уз неоптерећен колосек, Штап D8, Утицај M2



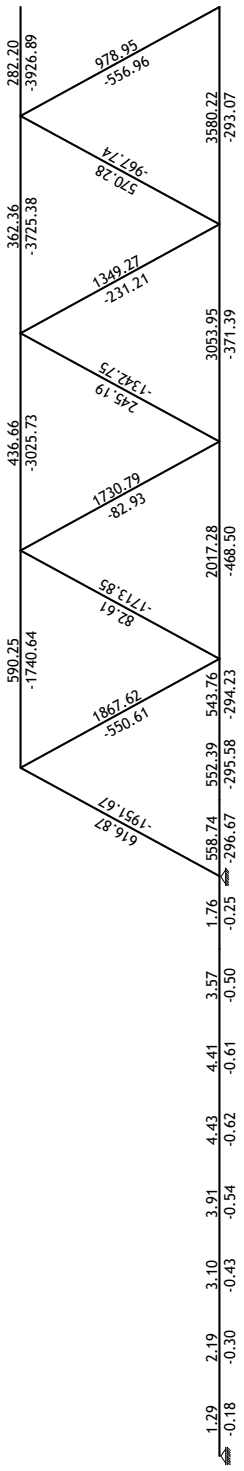
3.1.2.3 Анвелопе утицаја од SW0 / Anvelopes due to SW0

Утицаји у носачу уз оптерећен колосек



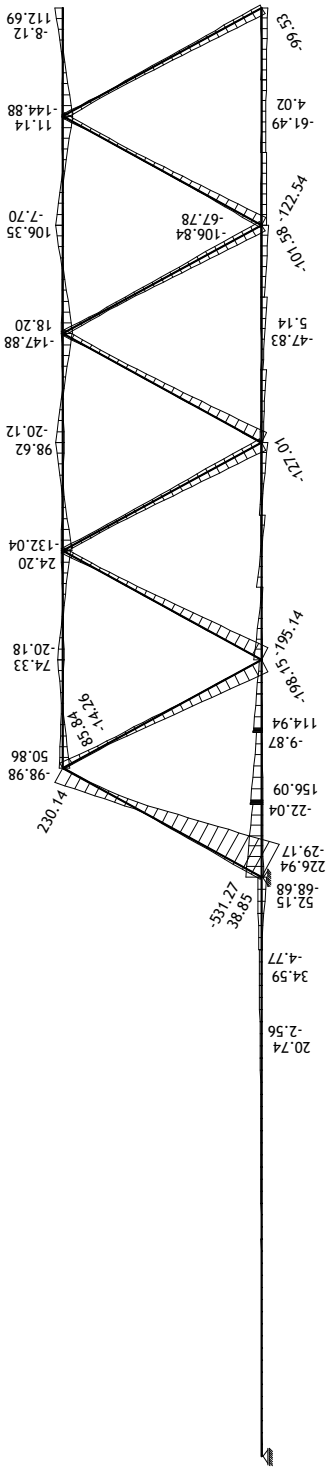


Opt. 1: SW0



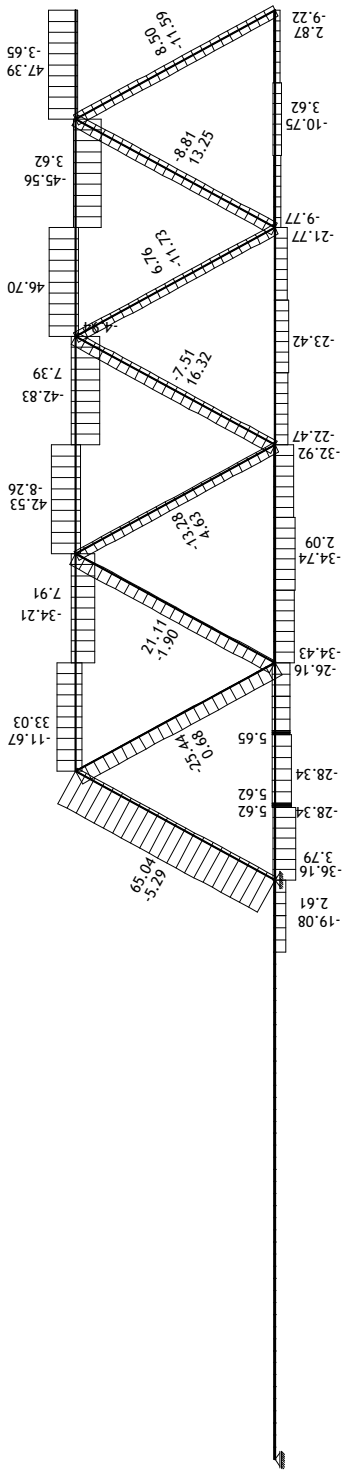
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max N1= 3583.18 / min N1= -3926.89 kN

Opt. 1: SW0



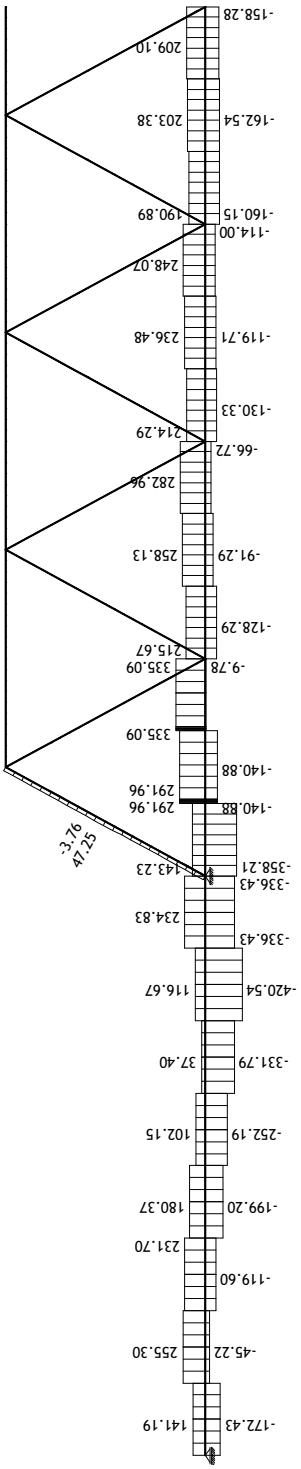
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M2= 230.14 / min M2= -531.27 kNm

Opt. 1: SW0



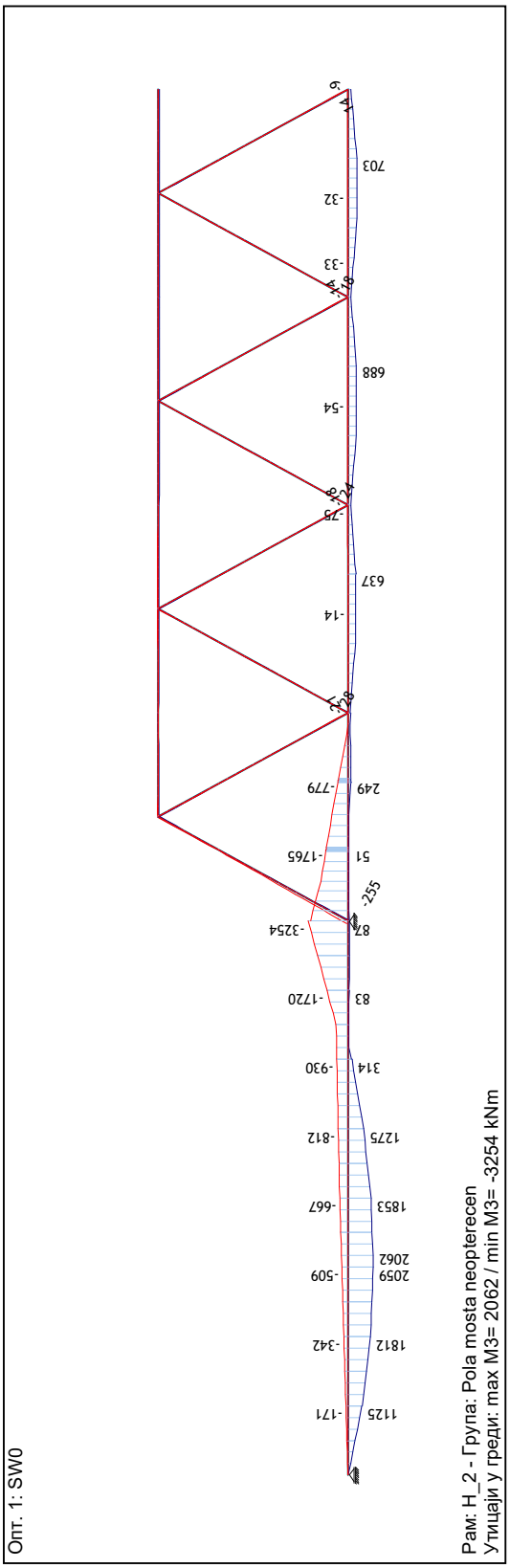
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max T3= 65.04 / min T3= -45.56 kN

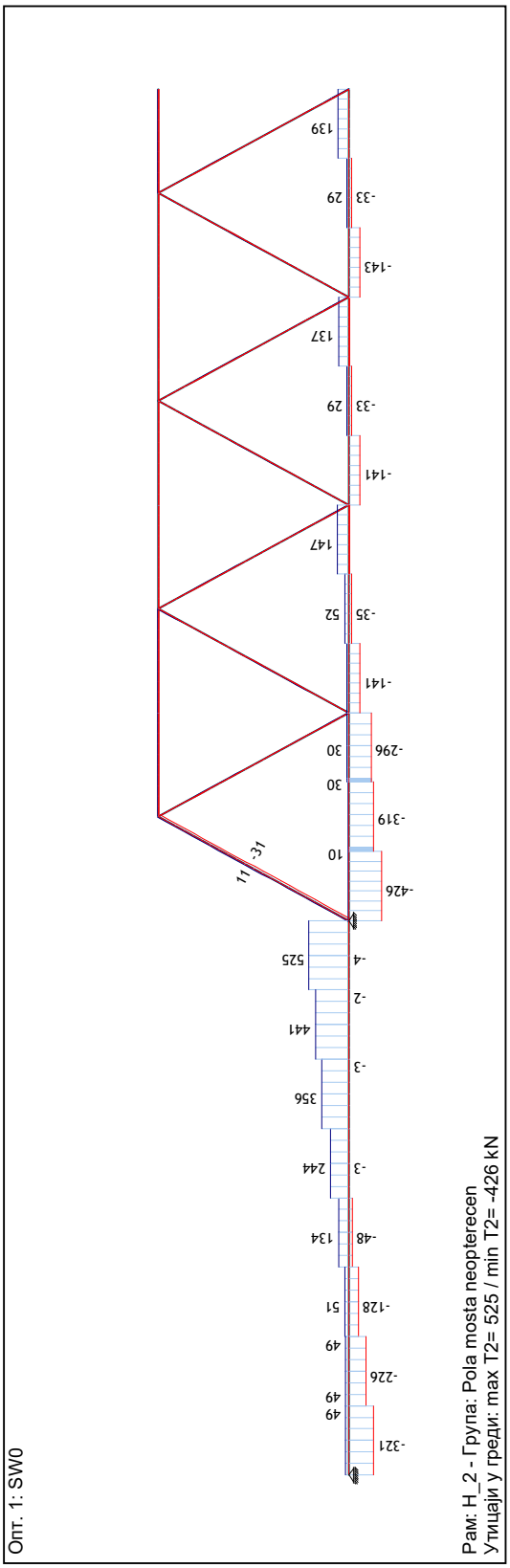
Opt. 1: SW0

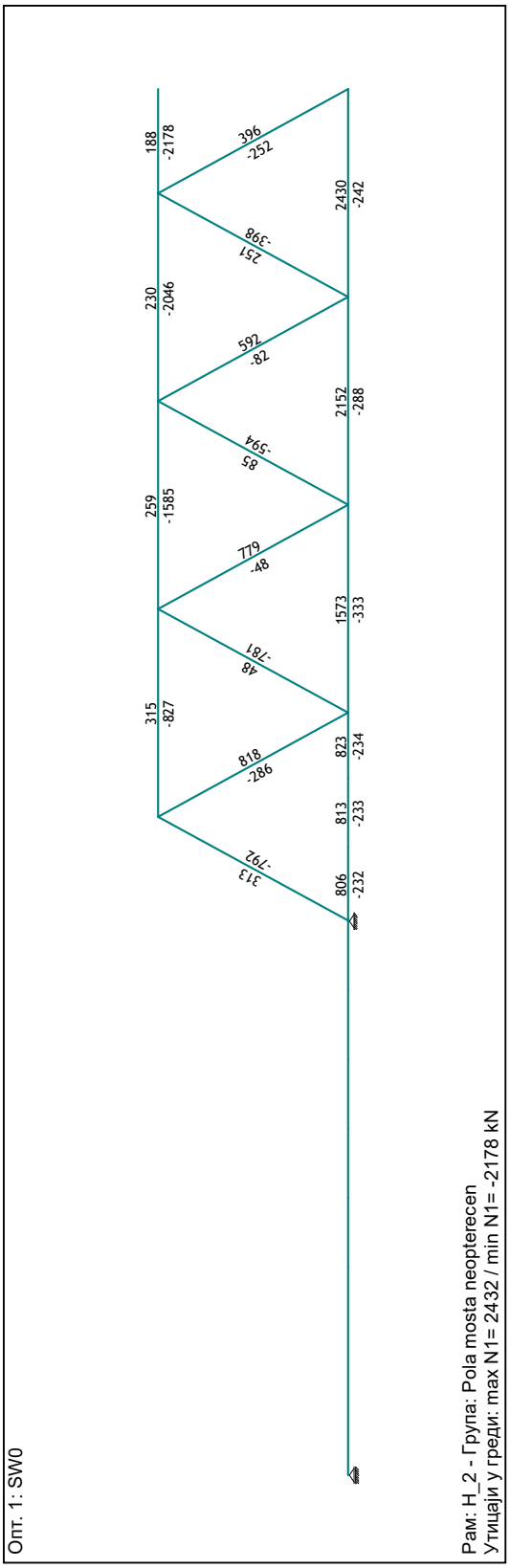


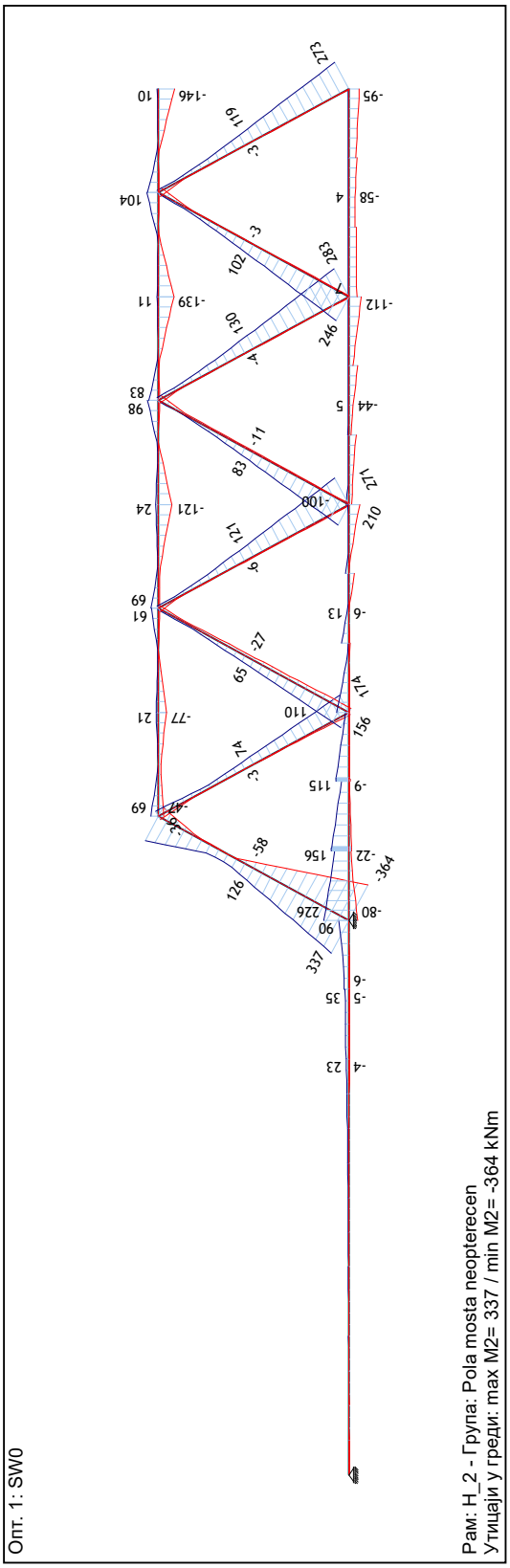
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M1= 335.09 / min M1= -420.54 kNm

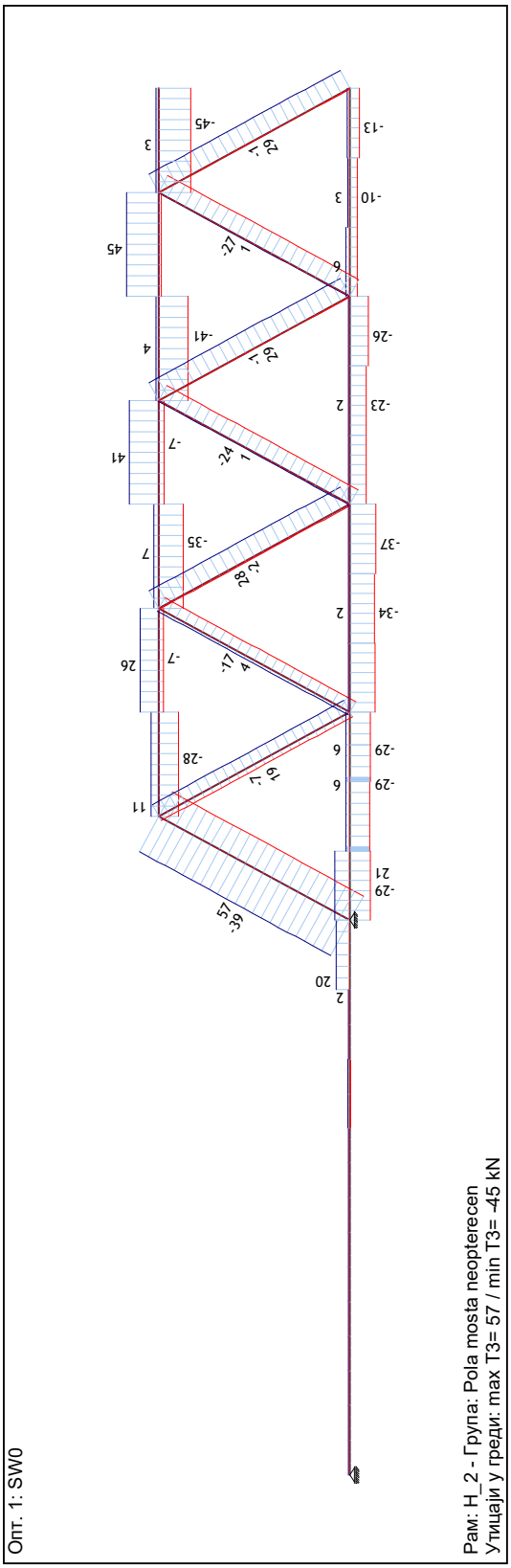
Утицаји у носачу уз неоптерећен колосек

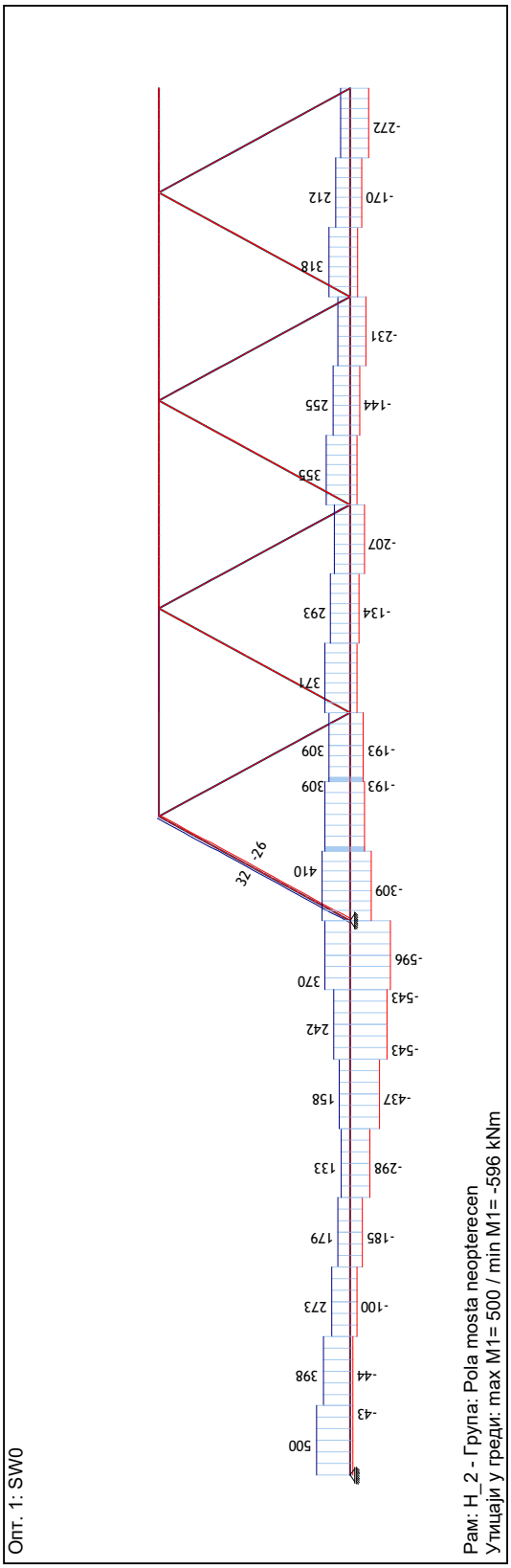





Опт. 1: SW0
Рам: H_2 - Група: Pola mosta neopterecen
Утицаји у греди: max N1= 2432 / min N1= -2178 kN

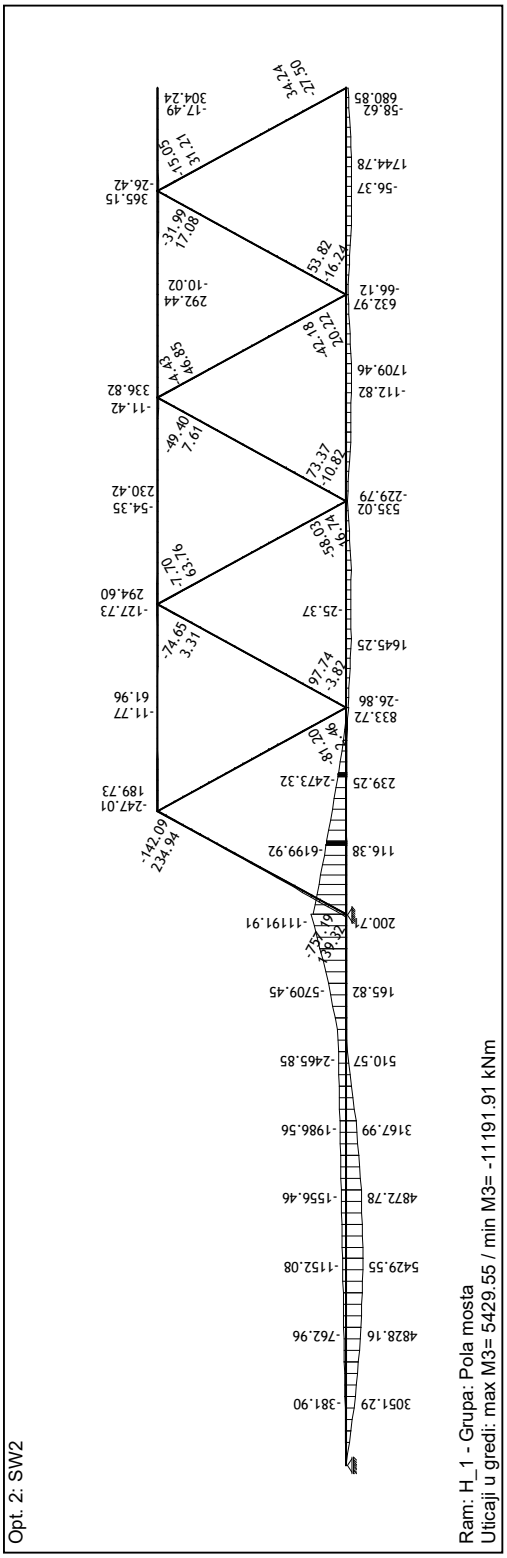

Опт. 1: SW0
Рам: H_2 - Група: Pola mosta neopterecen
Утицаји у греди: max M2= 337 / min M2= -364 kNm

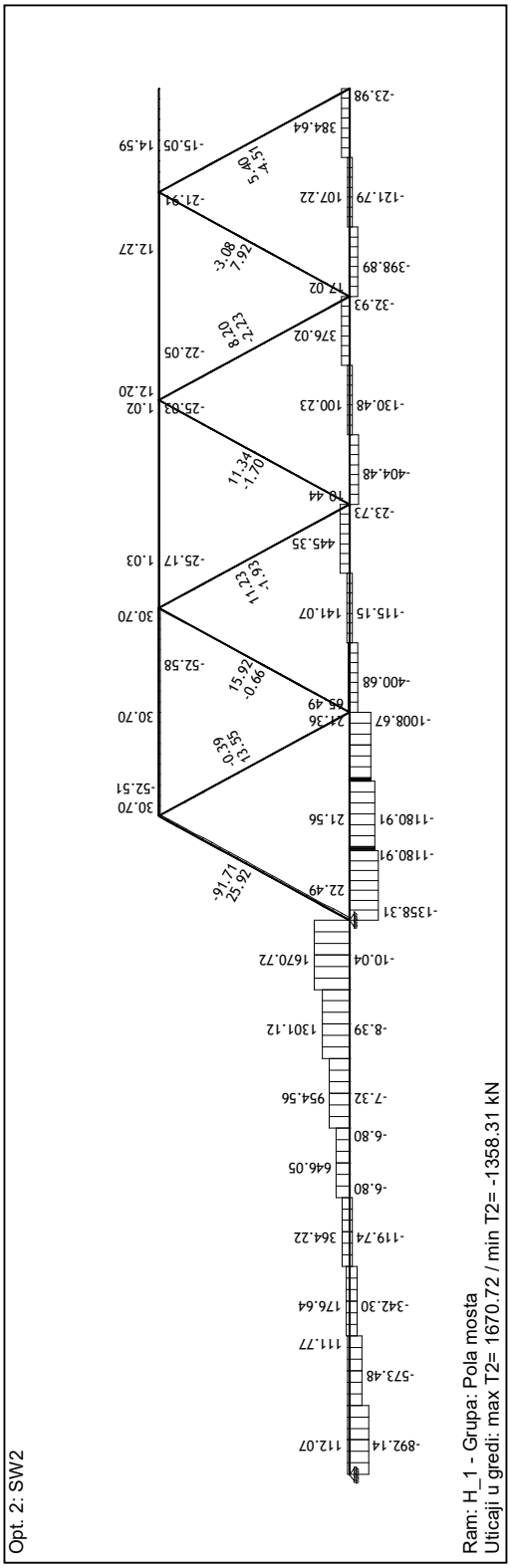

Опт. 1: SW0
Рам: H_2 - Група: Pola mosta neopterecen
Утицаји у греди: max T3= 57 / min T3= -45 kN

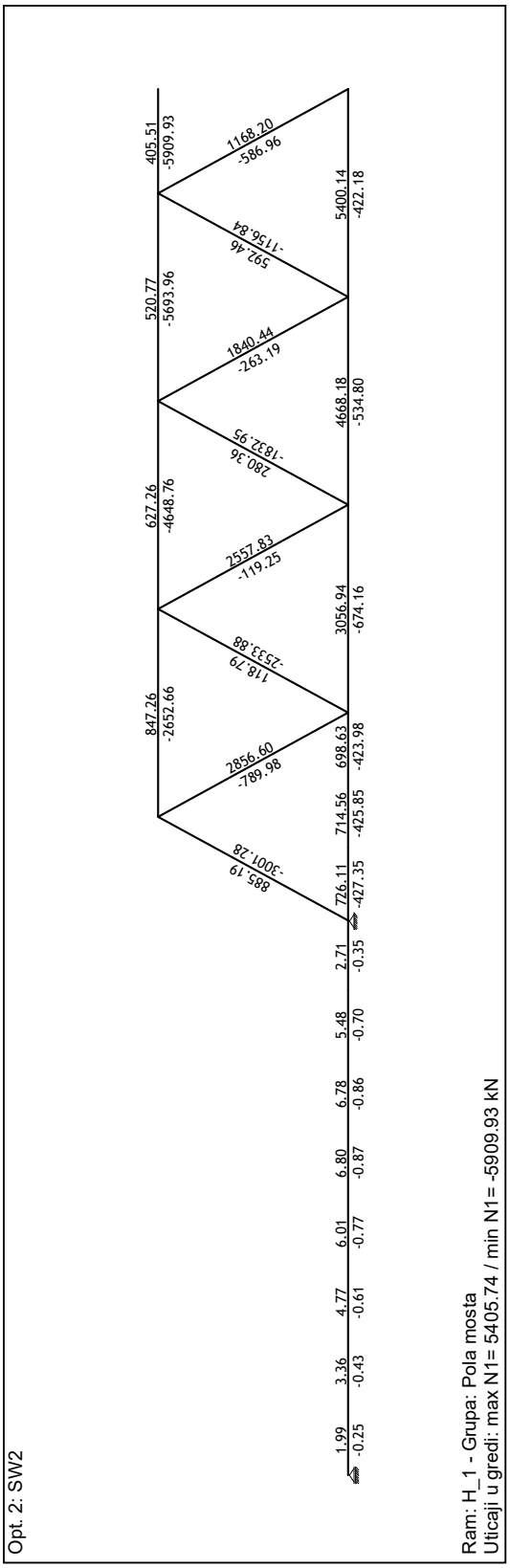

Опт. 1: SW0
Рам: H_2 - Група: Pola mosta neopterecen
Утицаји у греди: max M1= 500 / min M1= -596 kNm

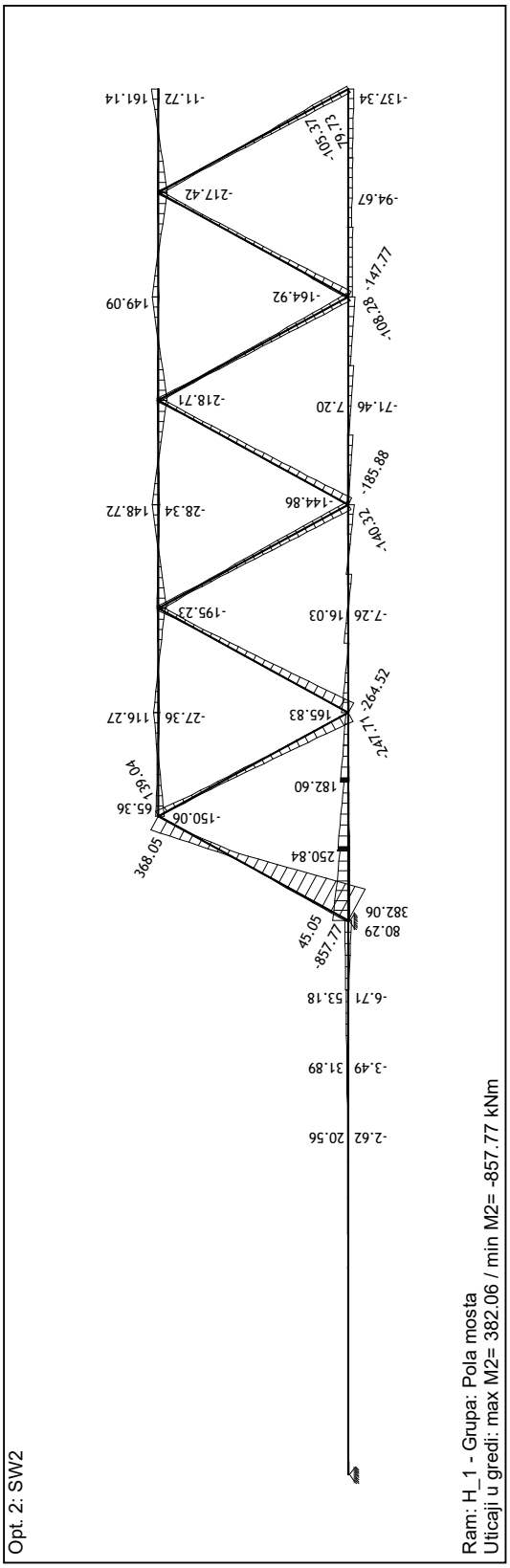
3.1.2.4 Анвелопе утицаја од SW2 / Anvelopes due to SW2

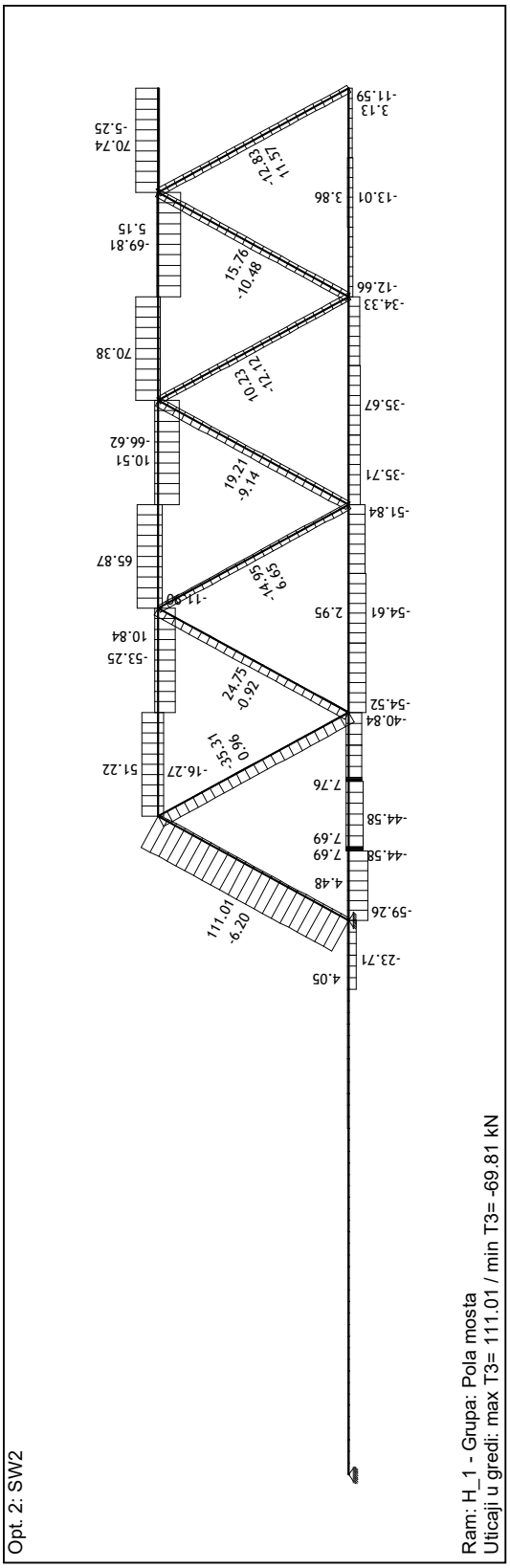
Утицаји у носачу уз оптерећен колосек

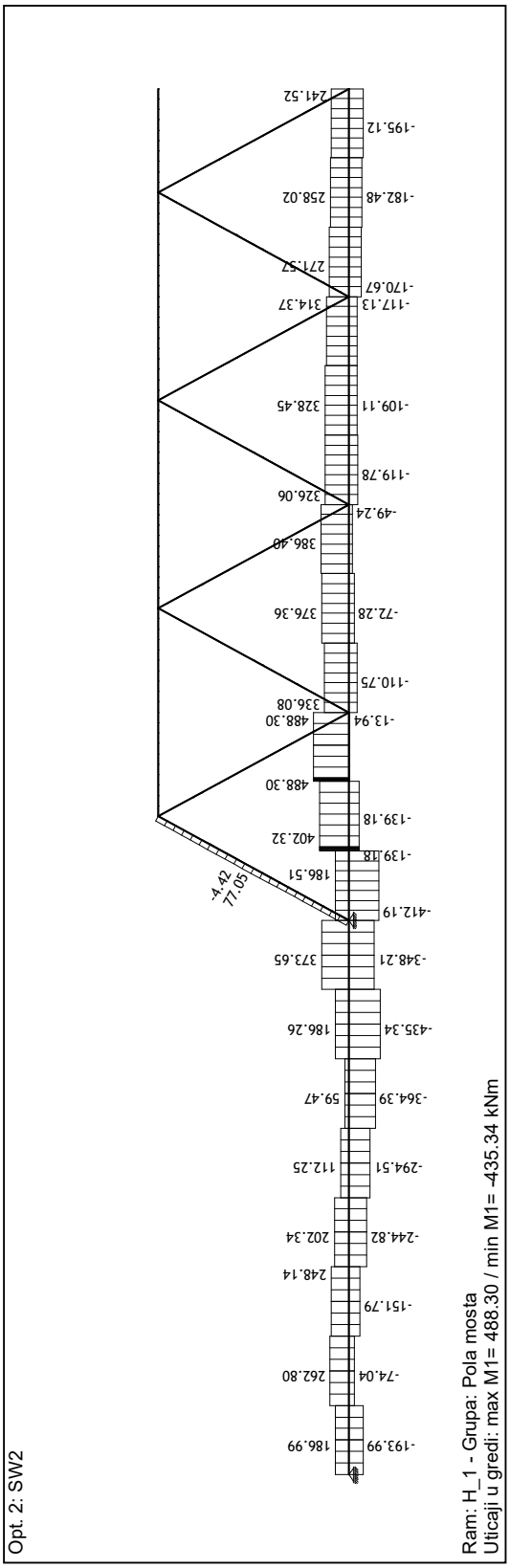




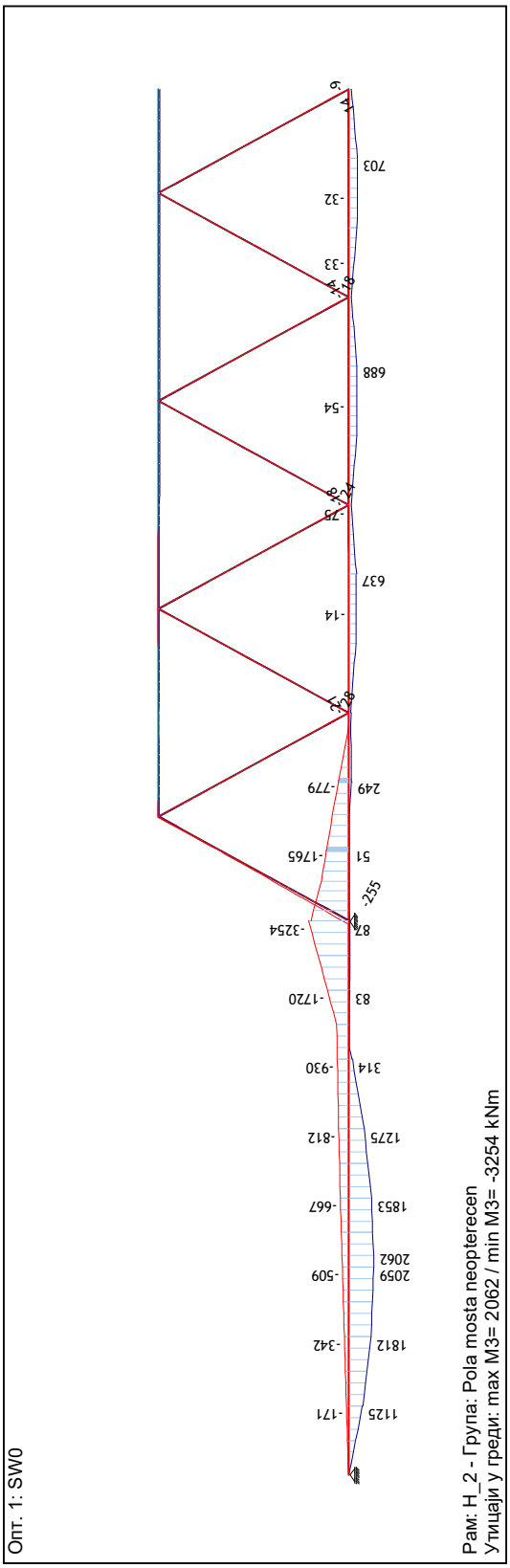

Opt. 2: SW2
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max N1= 5405.74 / min N1= -5909.93 kN

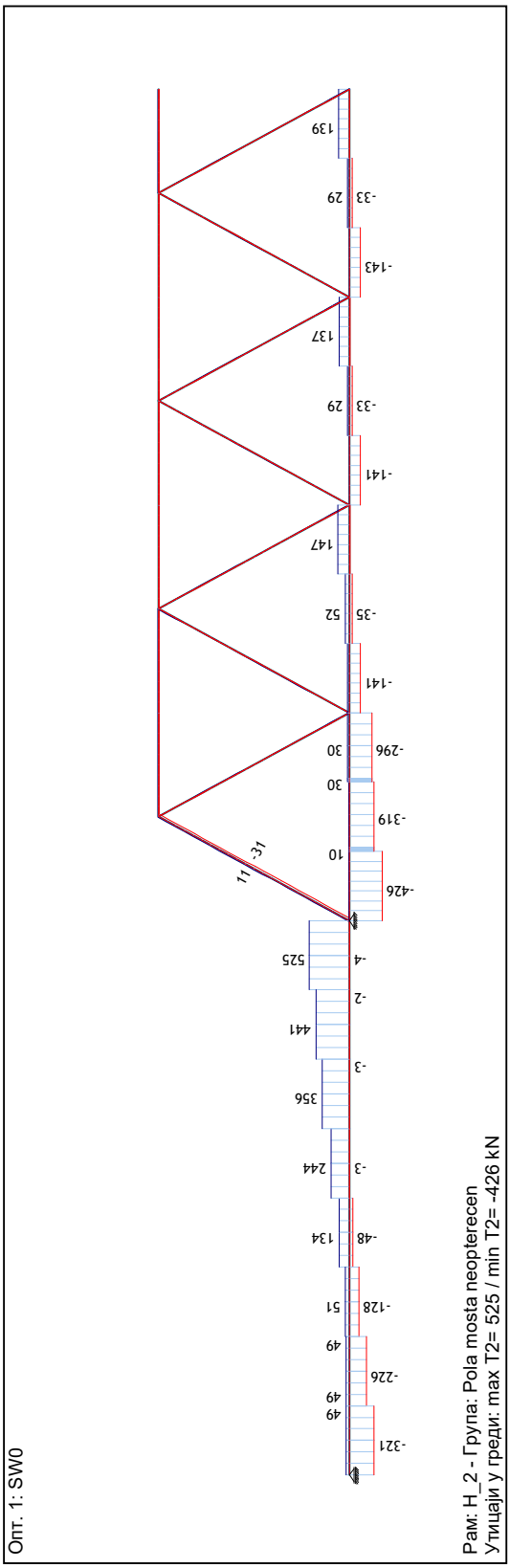

Opt. 2: SW2
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M2= 382.06 / min M2= -857.77 kNm

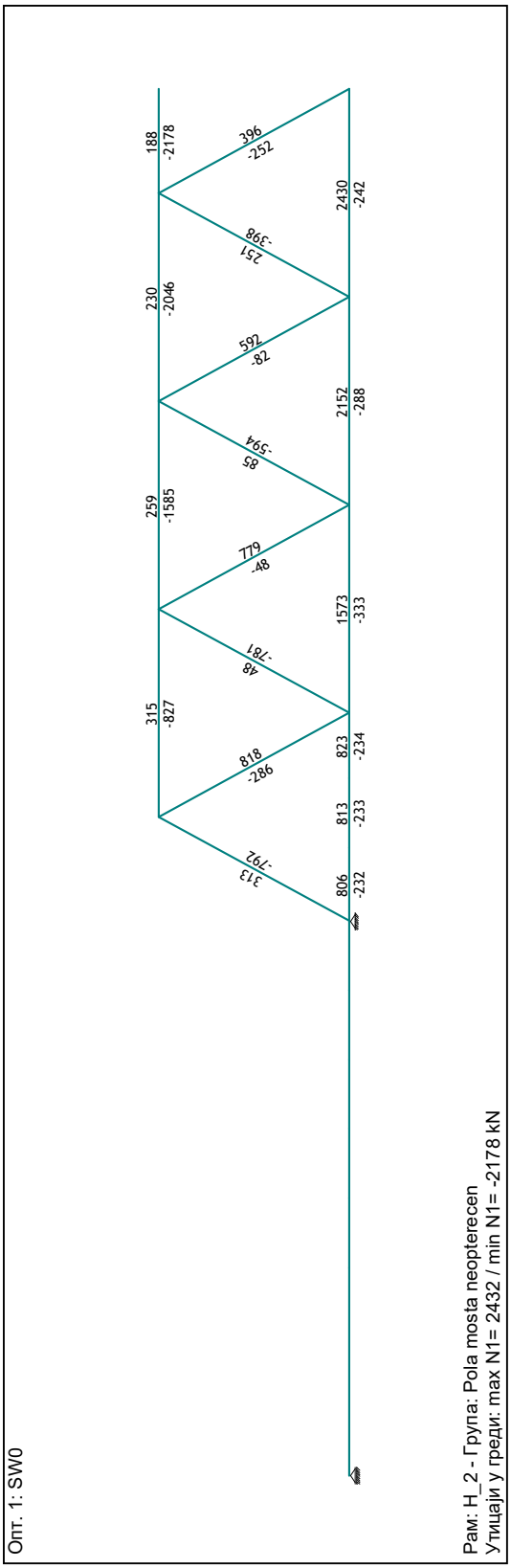

Opt. 2: SW2
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max T3= 111.01 / min T3= -69.81 kN

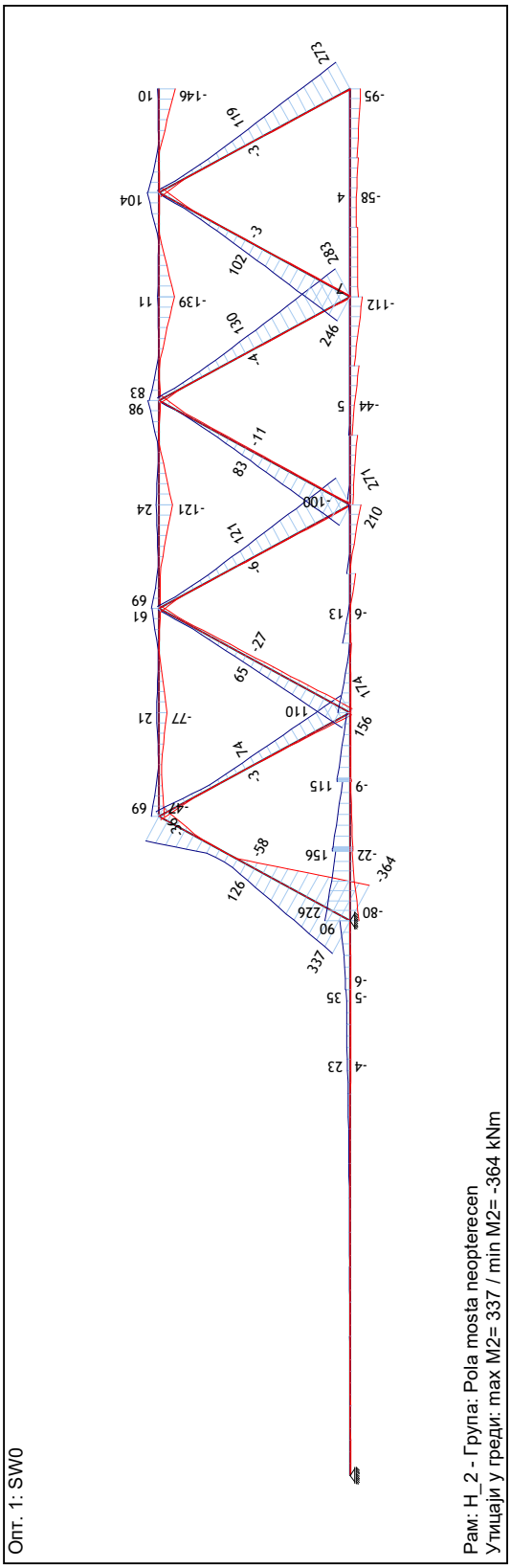

Opt. 2: SW2
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M1= 488.30 / min M1= -435.34 kNm

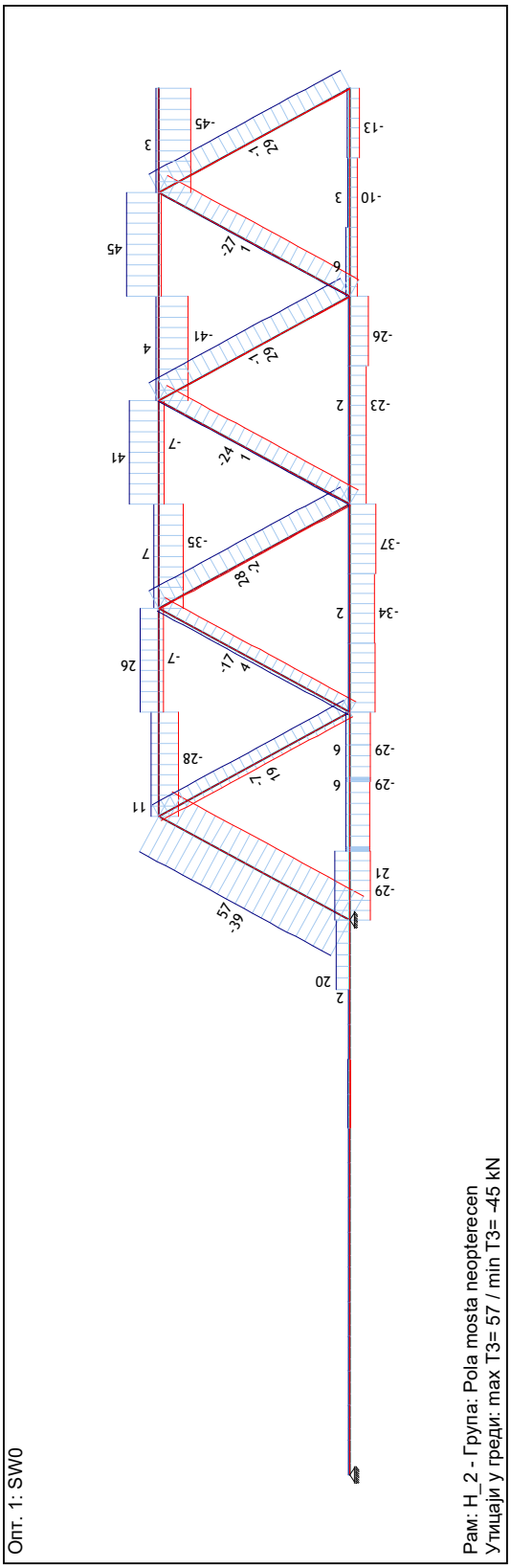
Утицаји у носачу уз неоптерећен колосек

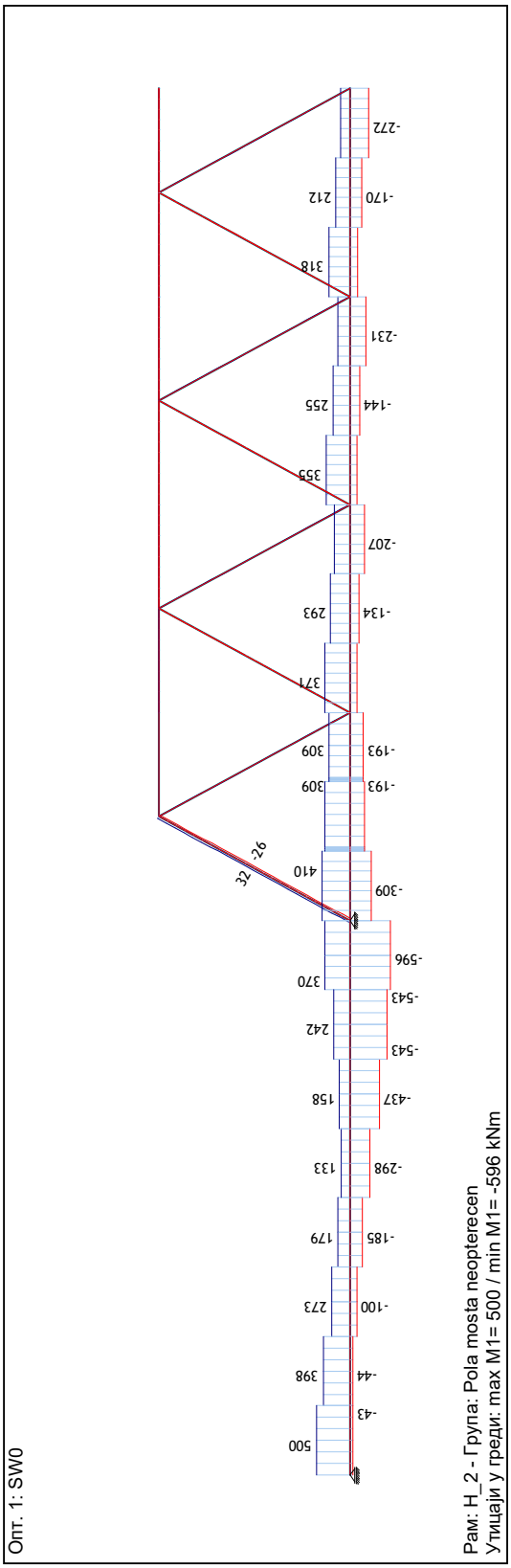





Опт. 1: SW0
Рам: H_2 - Група: Pola mosta neopterecen
Утицаји у греди: max N1= 2432 / min N1= -2178 kN

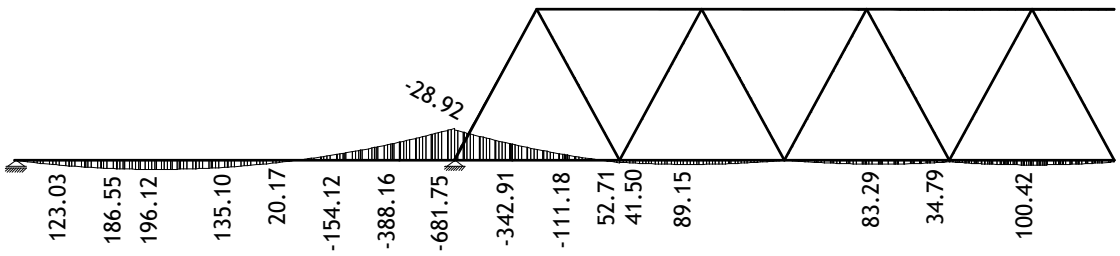

Опт. 1: SW0
Рам: H_2 - Група: Pola mosta neopterecen
Утицаји у греди: max M2= 337 / min M2= -364 kNm


Опт. 1: SW0
Рам: H_2 - Група: Pola mosta neopterecen
Утицаји у гредн: max T3= 57 / min T3= -45 kN


Опт. 1: SW0
Рам: H_2 - Група: Pola mosta neopterecen
Утицаји у гредн: max M1= 500 / min M1= -596 kNm

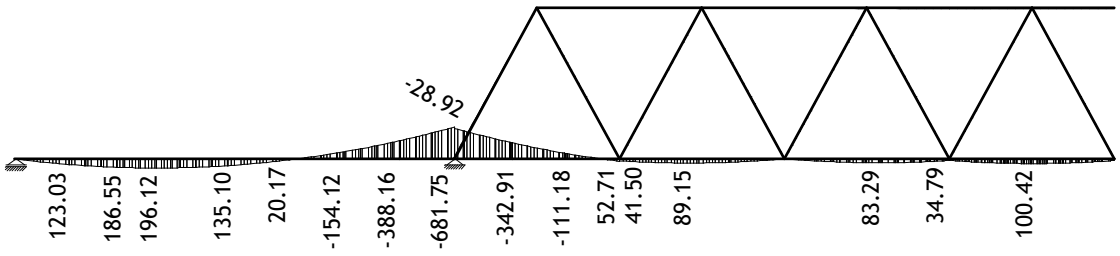
3.1.2.5 Оптерећење на пешачком стазама/ Revision paths

Opt. 9: REVIZIONE STAZE



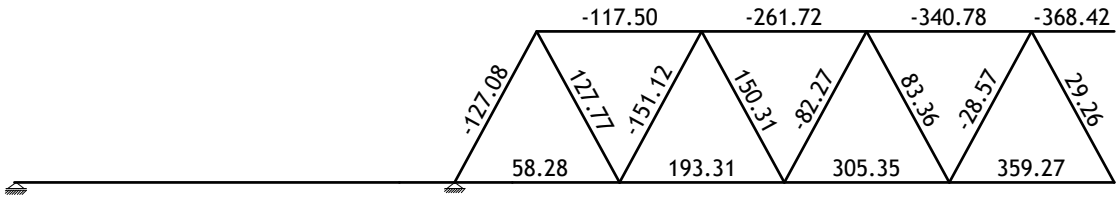
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M3= 196.13 / min M3= -681.75 kNm

Opt. 9: REVIZIONE STAZE



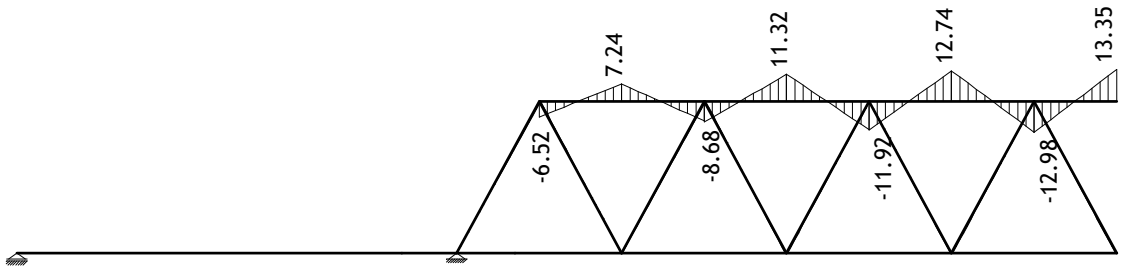
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M3= 196.13 / min M3= -681.75 kNm

Opt. 9: REVIZIONE STAZE



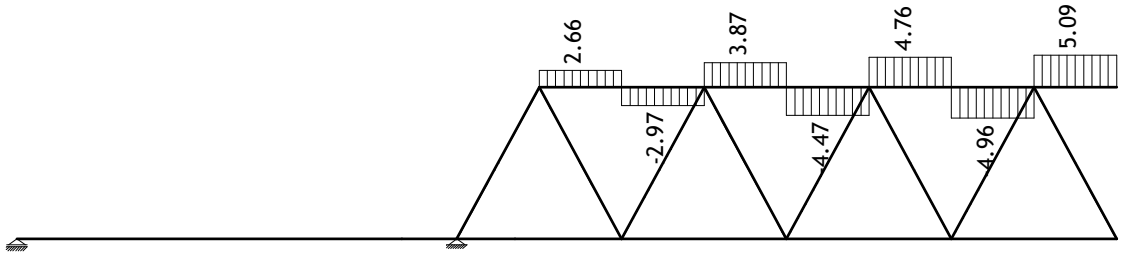
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max N1= 359.27 / min N1= -368.42 kN

Opt. 9: REVIZIONE STAZE



Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M2= 13.35 / min M2= -12.98 kNm

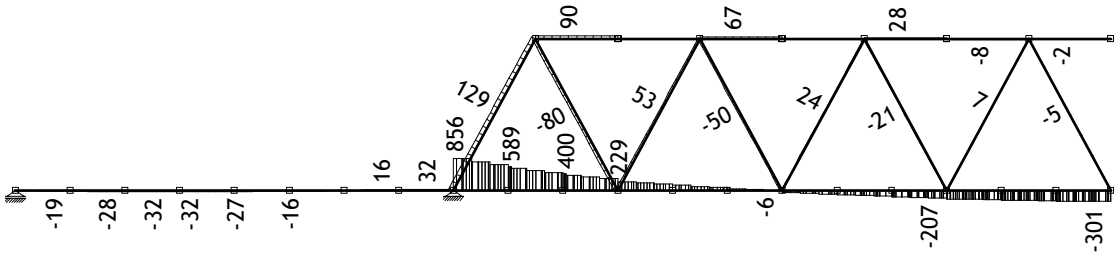
Opt. 9: REVIZIONE STAZE



Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max T3= 5.09 / min T3= -4.96 kN

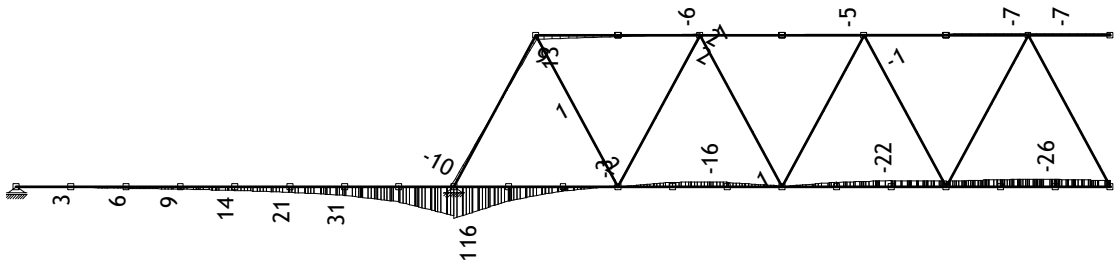
3.1.3 Ветар у попречном правцу/ Wind in cross direction

Load 11: VETAR POPRECNI



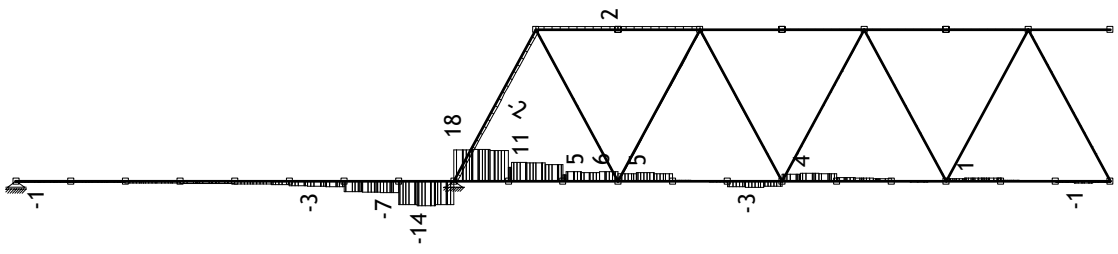
Frame: H_1 - Group: Pola mosta
Beam Results: max N1= 856 / min N1= -301 kN

Load 11: VETAR POPRECNI



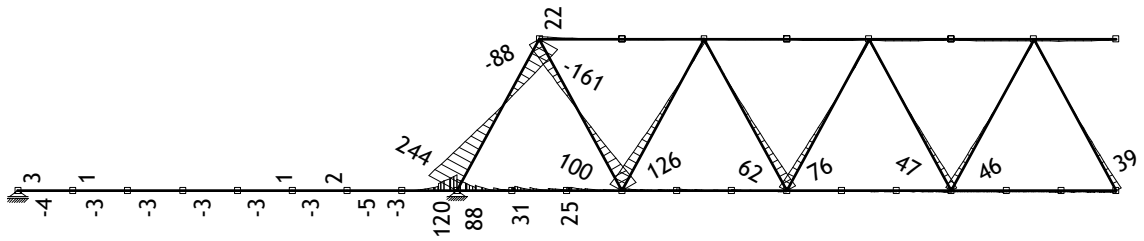
Frame: H_1 - Group: Pola mosta
Beam Results: max M3= 116 / min M3= -26 kNm

Load 11: VETAR POPRECNI



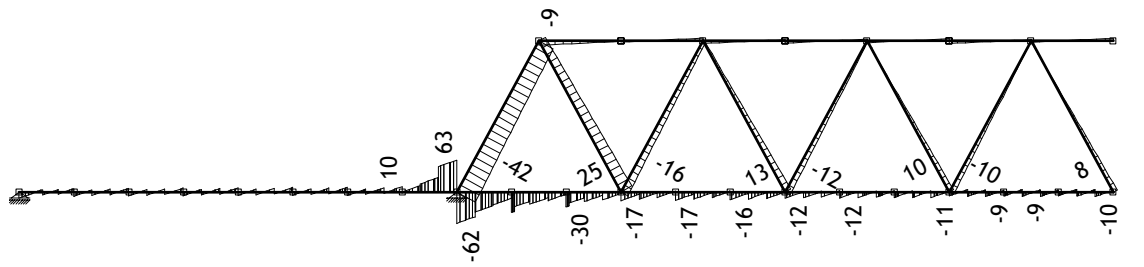
Frame: H_1 - Group: Pola mosta
Beam Results: max V2= 18 / min V2= -14 kN

Load 11: VETAR POPRECNI



Frame: H_1 - Group: Pola mosta
Beam Results: max M2= 244 / min M2= -161 kNm

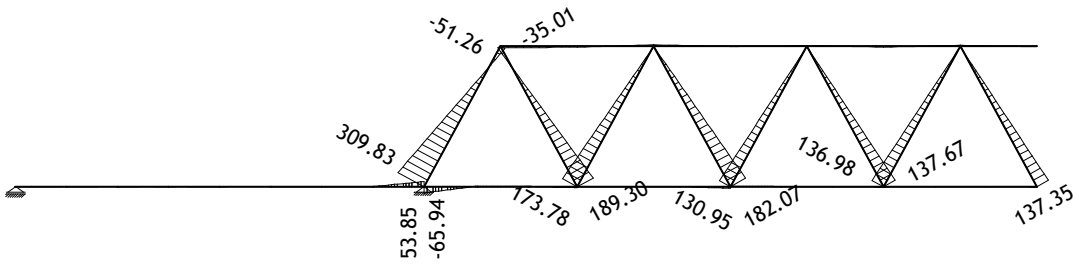
Load 11: VETAR POPRECNI



Frame: H_1 - Group: Pola mosta
Beam Results: max V3= 63 / min V3= -62 kN

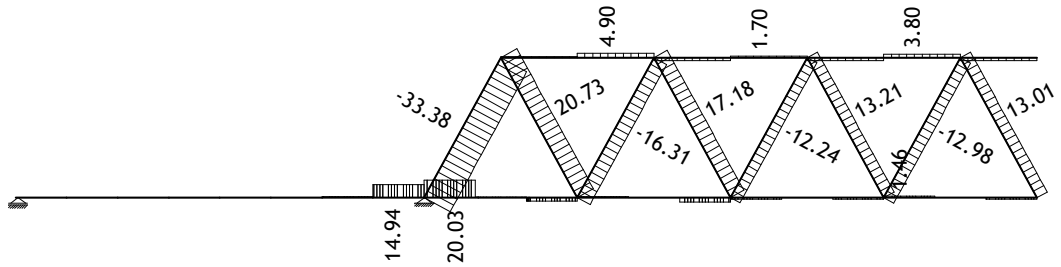
3.1.4 Температурна разлика/ Temperature difference

Opt. 10: dTm. heat 12C Tem razlika Gore toplije 12C



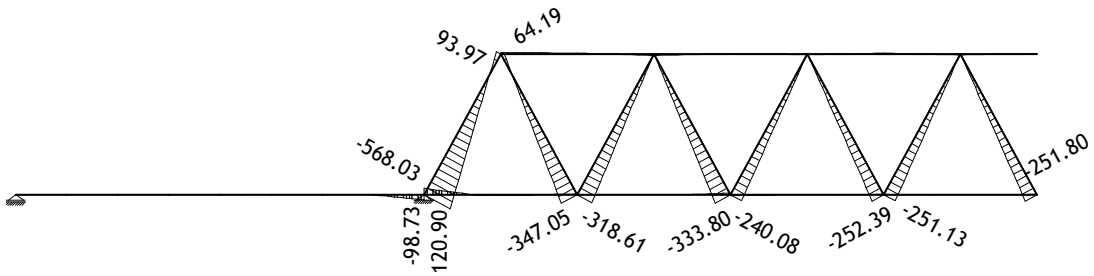
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M2= 309.83 / min M2= -65.94 kNm

Opt. 10: dTm. heat 12C Tem razlika Gore toplije 12C



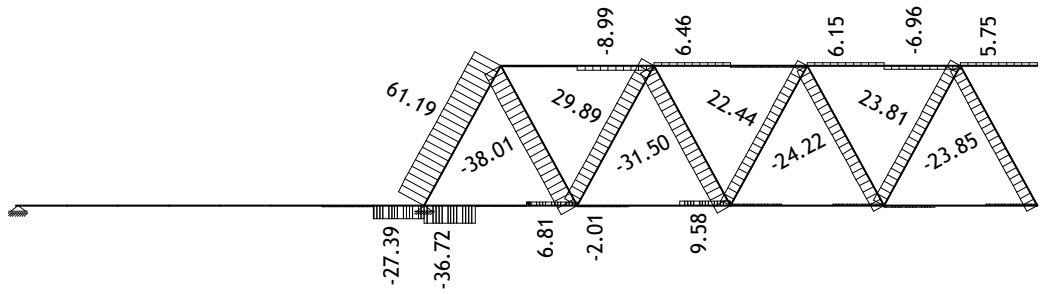
Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max T3= 33.38 / min T3= -33.38 kN

Opt. 11: dTm. cool 22C Tem razlika Gore hladnije 22C



Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max M2= 120.90 / min M2= -568.03 kNm

Opt. 11: dTm. cool 22C Tem razlika Gore hladnije 22C



Ram: H_1 - Grupa: Pola mosta
Uticaji u gredi: max T3= 61.19 / min T3= -61.19 kN

3.2 Табеларни приказ пресечних сила/ Spreadsheets of section forces

3.2.1 Стална оптерећења распони 1 и 3/ Permanent loads at spans 1 and 3

Сопствена тежина конструкције/ Self weight GK1

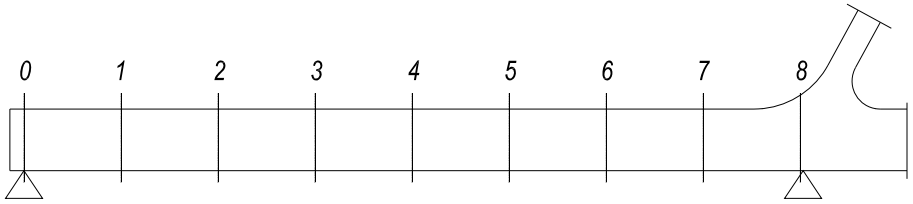
		N	M3	T2	M2	T3	M1
0	0	0	0	-474	0	0	-178
1	3.45	0	1526	-411	0	0	-72
2	6.9	0	2253	-189	0	0	-28
3	10.35	0	2184	52	0	0	-10
4	13.8	0	1315	283	0	0	0
5	17.25	0	-351	514	0	0	11
6	20.7	0	-2813	745	0	0	43
7	24.15	0	-6116	999	0	0	89
8	27.6	0	-10340	1280	0	0	89

Додатно стално оптерећење/ Dead load GK2

		N	M3	T2	M2	T3	M1
0	0	0	0	-585	0	0	-346
1	3.45	0	2019	-585	0	0	-346
2	6.9	0	3069	-304	0	0	-140
3	10.35	0	3149	-23	0	0	-55
4	13.8	0	2259	258	0	0	-17
5	17.25	0	400	538	0	0	4
6	20.7	0	-2426	819	0	0	23
7	24.15	0	-6225	1101	0	0	73
8	27.6	0	-10991	1381	0	0	153

Сопствена тежина конструкције + Додатно стално оптерећење/
Self weight + Dead load GK1+ GK2

		N	M3	T2	M2	T3	M1
0	0	0	0	-1059	0	0	-524
1	3.45	0	3545	-996	0	0	-418
2	6.9	0	5322	-493	0	0	-168
3	10.35	0	5333	29	0	0	-65
4	13.8	0	3574	541	0	0	-17
5	17.25	0	49	1052	0	0	15
6	20.7	0	-5239	1564	0	0	66
7	24.15	0	-12341	2100	0	0	162
8	27.6	0	-21331	2661	0	0	242



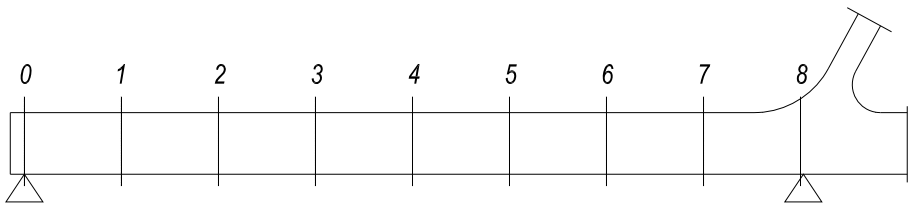
3.2.2 Стална оптерећења распон 2/ Permanent loads at span 2

Сопствена тежина конструкције/ Self weight GK1

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	1208	-9923	-1377	0	0	-52
U1.2	1208	-4801	-1090	0	0	4
U1.3	1208	-1565	-838	0	0	62
U2.1	3699	1056	-214	0	0	-62
U2.2	3699	1486	88	0	0	-3
U2.3	3699	1240	326	0	0	53
U3.1	5703	282	-338	0	0	-57
U3.2	5703	1257	-97	0	0	-1
U3.3	5703	1470	203	0	0	48
U4.1	6674	886	-274	0	0	-49
U4.2	6674	1682	-34	0	0	0
U4.3	6674	1649	203	0	0	49
U4.4	6674	887	266	0	0	49

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-2323	-119	-55	-116	52	0
O1.2	-2323	126	-21	149	-61	0
O2.1	-4876	247	-75	-175	76	0
O2.2	-4876	275	-23	215	-85	0
O3.1	-6291	418	-73	-227	91	0
O3.2	-6291	418	-8	243	-95	0
O4.1	-6785	290	-61	-247	96	0
O4.2	-6785	457	3	252	96	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-2629	-417	-56	-210	26	0
D2	2409	-111	29	-138	-19	0
D3	-2791	80	31	-121	12	0
D4	2608	-75	24	-135	-15	0
D5	-1594	-45	16	-98	11	0
D6	1418	-36	14	-104	-12	0
D7	-634	19	13	-103	12	0
D8	442	16	11	-104	-12	0

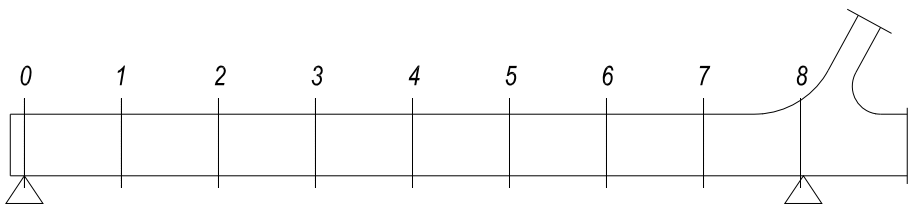


Додатно стално оптерећење/ Dead load GK2

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	964	-10522	-1388	0	0	-101
U1.2	964	-5514	-1107	0	0	-1.5
U1.3	964	-1749	-827	0	0	102
U2.1	3166	938	-215	0	0	-114
U2.2	3166	1386	65	0	0	-10
U2.3	3166	1386	347	0	0	89
U3.1	4993	77	-344	0	0	-103
U3.2	4993	1200	-63	0	0	-9
U3.3	4993	1200	218	0	0	80
U4.1	5872	649	-284	0	0	-87
U4.2	5872	1603	-3	0	0	-1.4
U4.3	5872	1603	278	0	0	84
U4.4	5872	645	278	0	0	84

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-1917	-44	-19	-87	43	0
O1.2	-1917	152	-19	132	-55	0
O2.1	-4269	170	-28	-159	68	0
O2.2	-4269	311	-28	191	-75	0
O3.1	-5559	318	-11	-203	82	0
O3.2	-5559	375	-11	222	-86	0
O4.1	-6010	356	0	-223	87	0
O4.2	-6010	356	0	228	87	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-2073	-468	-46	-358	37	0
D2	2085	-85	14	-236	-26	0
D3	-2462	98	16	-218	20	0
D4	2449	56	9	-239	-23	0
D5	-1341	34	5	-169	16	0
D6	1359	26	4	-181	-18	0
D7	-465	23	3	-179	17	0
D8	476	9	1	-181	-17	0

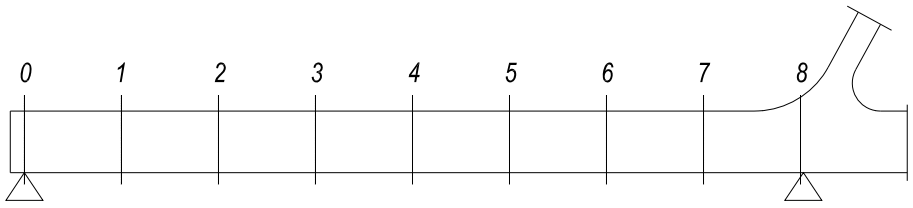


Сопствена тежина конструкције + Додатно стално оптерећење/
Self weight + Dead load GK1+ GK2

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	2172	-20445	-2765	0	0	-153
U1.2	2172	-10315	-2197	0	0	2.5
U1.3	2172	-3314	-1665	0	0	164
U2.1	6865	1994	-429	0	0	-176
U2.2	6865	2872	153	0	0	-13
U2.3	6865	2626	673	0	0	142
U3.1	10696	359	-682	0	0	-160
U3.2	10696	2457	-160	0	0	-10
U3.3	10696	2670	421	0	0	128
U4.1	12546	1535	-558	0	0	-136
U4.2	12546	3285	-37	0	0	-1.4
U4.3	12546	3252	481	0	0	133
U4.4	12546	1532	544	0	0	133

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-4240	-163	-74	-203	95	0
O1.2	-4240	278	-40	281	-116	0
O2.1	-9145	417	-103	-334	144	0
O2.2	-9145	586	-51	406	-160	0
O3.1	-11850	736	-84	-430	173	0
O3.2	-11850	793	-19	465	-181	0
O4.1	-12795	646	-61	-470	183	0
O4.2	-12795	813	3	480	183	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-4702	-885	-102	-568	63	0
D2	4494	-196	43	-374	-45	0
D3	-5253	178	47	-339	32	0
D4	5057	-19	33	-374	-38	0
D5	-2935	-11	21	-267	27	0
D6	2777	-10	18	-285	-30	0
D7	-1099	42	16	-282	29	0
D8	918	25	12	-285	-29	0



3.2.3 Саобраћајна оптерећења на распонима 1 и 3/ Traffic loads at spans 1 and 3

3.2.3.1 Утицаји од шема оптерећења/ Load models section forces

Оптерећење LM71, Ночач уз оптерећени колосек

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	0	0	0	0	88	-720	0	0	0	-127
1	3.45	0	0	2466	-302	88	-720	0	0	0	164
2	6.9	0	0	3859	-604	134	-490	0	0	0	164
3	10.35	0	0	4292	-911	271	-324	0	0	0	-145
4	13.8	0	0	3869	-1231	431	-202	0	0	0	-200
5	17.25	0	0	2640	-1570	617	-117	0	0	0	-233
6	20.7	0	0	1212	-2504	822	-61	0	0	0	-200
7	24.15	0	0	414	-5266	1050	-27	0	0	0	299
8	27.6	0	0	147	-9271	1303	-9	0	0	0	299

Оптерећење LM71, Ночач уз неоптерећени колосек

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0*	0	0	0	0	0	64	-323	0	0	0	484
1*	3.45	0	0	1135	-223	64	-323	0	0	0	348
2*	6.9	0	0	1862	447	69	-227	0	0	0	203
3*	10.35	0	0	2128	-662	116	-137	0	0	0	-100
4*	13.8	0	0	1930	-862	191	-69	0	0	0	-210
5*	17.25	0	0	1301	-1040	280	-27	0	0	0	-319
6*	20.7	0	0	503	-1362	370	-3	0	0	0	-354
7*	24.15	0	0	117	-2604	458	-2	0	0	0	402
8*	27.6	0	0	86	-4270	515	-6	0	0	0	402

Оптерећење LM71 на оба колосека

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	0	0	0	0	152	-1043	0	0	0	357
1	3.45	0	0	3601	-525	152	-1043	0	0	0	512
2	6.9	0	0	5721	-157	203	-717	0	0	0	367
3	10.35	0	0	6420	-1573	387	-461	0	0	0	-245
4	13.8	0	0	5799	-2093	622	-271	0	0	0	-410
5	17.25	0	0	3941	-2610	897	-144	0	0	0	-552
6	20.7	0	0	1715	-3866	1192	-64	0	0	0	-554
7	24.15	0	0	531	-7870	1508	-29	0	0	0	701
8	27.6	0	0	233	-13541	1818	-15	0	0	0	701

Оптерећење α x LM71 на оба колосека

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	0	0	0	0	184	-1262	0	0	0	432
1	3.45	0	0	4357	-635	184	-1262	0	0	0	620
2	6.9	0	0	6922	-190	246	-868	0	0	0	444
3	10.35	0	0	7768	-1903	468	-558	0	0	0	-296
4	13.8	0	0	7017	-2533	753	-328	0	0	0	-496
5	17.25	0	0	4769	-3158	1085	-174	0	0	0	-668
6	20.7	0	0	2075	-4678	1442	-77	0	0	0	-670
7	24.15	0	0	643	-9523	1825	-35	0	0	0	848
8	27.6	0	0	282	-16385	2200	-18	0	0	0	848

Оптерећење SW0, Ночач уз оптерећени колосек

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	0	0	0	0	65	-702	0	0	0	-172
1	3.45	0	0	2404	-220	65	-702	0	0	0	-172
2	6.9	0	0	3708	-439	64	-474	0	0	0	255
3	10.35	0	0	4094	-663	156	-285	0	0	0	232
4	13.8	0	0	3648	-896	322	-150	0	0	0	-199
5	17.25	0	0	2515	-1145	534	-52	0	0	0	-252
6	20.7	0	0	637	-1422	757	-5	0	0	0	-332
7	24.15	0	0	116	-3717	957	-6	0	0	0	-421
8	27.6	0	0	140	-7077	1167	-7	0	0	0	-336

Оптерећење SW0, Ночач уз неоптерећени колосек

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0*	0	0	0	0	0	64	-320	0	0	0	500
1*	3.45	0	0	1125	-171	64	-320	0	0	0	500
2*	6.9	0	0	1812	-342	69	-226	0	0	0	398
3*	10.35	0	0	2059	-509	116	-128	0	0	0	273
4*	13.8	0	0	1853	-667	191	134	0	0	0	-185
5*	17.25	0	0	1275	-812	280	244	0	0	0	-298
6*	20.7	0	0	314	-930	370	356	0	0	0	-437
7*	24.15	0	0	83	-1720	458	441	0	0	0	-543
8*	27.6	0	0	87	-3254	515	525	0	0	0	-595

Оптерећење SW0, на оба колосека

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	0	0	0	0	129	-1022	0	0	0	328
1	3.45	0	0	3529	-391	129	-1022	0	0	0	328
2	6.9	0	0	5520	-781	133	-700	0	0	0	653
3	10.35	0	0	6153	-1172	272	-413	0	0	0	505
4	13.8	0	0	5501	-1563	513	-16	0	0	0	-384
5	17.25	0	0	3790	-1957	814	192	0	0	0	-550
6	20.7	0	0	951	-2352	1127	351	0	0	0	-769
7	24.15	0	0	199	-5437	1415	435	0	0	0	-964
8	27.6	0	0	227	-10331	1682	518	0	0	0	-931

Оптерећење α x SW0, на оба колосека

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	0	0	0	0	156	-1237	0	0	0	397
1	3.45	0	0	4270	-473	156	-1237	0	0	0	397
2	6.9	0	0	6679	-945	161	-847	0	0	0	790
3	10.35	0	0	7445	-1418	329	-500	0	0	0	611
4	13.8	0	0	6656	-1891	621	-19	0	0	0	-465
5	17.25	0	0	4586	-2368	985	232	0	0	0	-666
6	20.7	0	0	1151	-2846	1364	425	0	0	0	-930
7	24.15	0	0	241	-6579	1712	526	0	0	0	-1166
8	27.6	0	0	275	-12501	2035	627	0	0	0	-1127

Оптерећење SW2, Ночач уз оптерећени колосек

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	0	0	0	0	65	-702	0	0	0	-172
1	3.45	0	0	2404	-220	65	-702	0	0	0	-172
2	6.9	0	0	3708	-439	64	-474	0	0	0	255
3	10.35	0	0	4094	-663	156	-285	0	0	0	232
4	13.8	0	0	3648	-896	322	-150	0	0	0	-199
5	17.25	0	0	2515	-1145	534	-52	0	0	0	-252
6	20.7	0	0	637	-1422	757	-5	0	0	0	-332
7	24.15	0	0	116	-3717	957	-6	0	0	0	-421
8	27.6	0	0	140	-7077	1167	-7	0	0	0	-336

Оптерећење SW2, Ночач уз неоптерећени колосек

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0*	0	0	0	0	0	64	-320	0	0	0	500
1*	3.45	0	0	1125	-171	64	-320	0	0	0	500
2*	6.9	0	0	1812	-342	69	-226	0	0	0	398
3*	10.35	0	0	2059	-509	116	-128	0	0	0	273
4*	13.8	0	0	1853	-667	191	134	0	0	0	-185
5*	17.25	0	0	1275	-812	280	244	0	0	0	-298
6*	20.7	0	0	314	-930	370	356	0	0	0	-437
7*	24.15	0	0	83	-1720	458	441	0	0	0	-543
8*	27.6	0	0	87	-3254	515	525	0	0	0	-595

Кочење и покретање

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3.45	107	-107	0	0	0	0	0	0	0	0
2	6.9	213	-213	0	0	0	0	0	0	0	0
3	10.35	319	-319	0	0	0	0	0	0	0	0
4	13.8	425	-425	0	0	0	0	0	0	0	0
5	17.25	530	-530	0	0	0	0	0	0	0	0
6	20.7	636	-636	0	0	0	0	0	0	0	0
7	24.15	741	-741	0	0	0	0	0	0	0	0
8	27.6	741	-741	0	0	0	0	0	0	0	0

Бочни удар

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	20	-20	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3.45	41	-41	0	0	0	0	0	0	0	0
2	6.9	50	-50	0	0	0	0	0	0	0	0
3	10.35	50	-50	0	0	0	0	0	0	0	0
4	13.8	42	-42	0	0	0	0	0	0	0	0
5	17.25	29	-29	0	0	0	0	0	0	0	0
6	20.7	18	-18	0	0	0	0	0	0	0	0
7	24.15	8	-8	0	0	0	0	0	0	0	0
8	27.6	8	-8	0	0	0	0	0	0	0	0

Корисно оптерећење на ревизионим стазама

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	0	0	0	0	0	-44	0	0	0	0
1	3.45	0	0	122	0	0	-27	0	0	0	0
2	6.9	0	0	184	0	0	-9	0	0	0	0
3	10.35	0	0	187	0	8	0	0	0	0	0
4	13.8	0	0	130	0	25	0	0	0	0	0
5	17.25	0	0	14	0	42	0	0	0	0	0
6	20.7	0	0	0	-161	59	0	0	0	0	0
7	24.15	0	0	0	-397	77	0	0	0	0	0
8	27.6	0	0	0	-692	94	0	0	0	0	0

3.2.3.2 Групе саобраћајних оптерећења/ Groups of traffic loads

Групе 21

GR21a=1.21x(LM71+LM71)+1.0xTR/BRA+0.5xNo

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	10	-10	0	0	184	-1262	0	0	0	432
1	3.45	128	-128	4357	-635	184	-1262	0	0	0	620
2	6.9	238	-238	6922	-190	246	-868	0	0	0	444
3	10.35	344	-344	7768	-1903	468	-558	0	0	0	-296
4	13.8	446	-446	7017	-2533	753	-328	0	0	0	-496
5	17.25	545	-545	4769	-3158	1085	-174	0	0	0	-668
6	20.7	645	-645	2075	-4678	1442	-77	0	0	0	-670
7	24.15	745	-745	643	-9523	1825	-35	0	0	0	848
8	27.6	745	-745	282	-16385	2200	-18	0	0	0	848

GR21b=1.21x(LM71+SW0)+1.0xTR/BRA+0.5xNo

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	10	-10	0	0	184	-1258	0	0	0	451
1	3.45	128	-128	4345	-572	184	-1258	0	0	0	803
2	6.9	238	-238	6862	-1145	246	-866	0	0	0	680
3	10.35	344	-344	7685	-1718	468	-547	0	0	0	155
4	13.8	446	-446	6924	-2297	753	-82	0	0	0	-466
5	17.25	545	-545	4737	-2882	1085	154	0	0	0	-643
6	20.7	645	-645	1846	-4155	1442	357	0	0	0	-771
7	24.15	745	-745	601	-8453	1825	501	0	0	0	-295
8	27.6	745	-745	283	-15155	2200	624	0	0	0	-358

GR21c=1.21x(SW0+LM71)+1.0xTR/BRA+0.5xNo

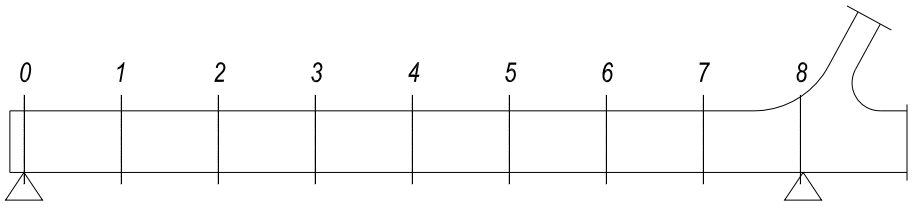
		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	10	-10	0	0	156	-1240	0	0	0	378
1	3.45	128	-128	4282	-536	156	-1240	0	0	0	213
2	6.9	238	-238	6740	10	161	-848	0	0	0	554
3	10.35	344	-344	7529	-1603	329	-511	0	0	0	160
4	13.8	446	-446	6749	-2127	621	-265	0	0	0	-495
5	17.25	545	-545	4617	-2644	985	-96	0	0	0	-691
6	20.7	645	-645	1379	-3369	1364	-10	0	0	0	-830
7	24.15	745	-745	282	-7648	1712	-10	0	0	0	-23
8	27.6	745	-745	273	-13730	2035	-16	0	0	0	80

Групе 22

	GR22a=1.21x(LM71+LM71)+0.5xTR/BRA+1.0xNo										
		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	20	-20	0	0	184	-1262	0	0	0	432
1	3.45	95	-95	4357	-635	184	-1262	0	0	0	620
2	6.9	157	-157	6922	-190	246	-868	0	0	0	444
3	10.35	210	-210	7768	-1903	468	-558	0	0	0	-296
4	13.8	255	-255	7017	-2533	753	-328	0	0	0	-496
5	17.25	294	-294	4769	-3158	1085	-174	0	0	0	-668
6	20.7	336	-336	2075	-4678	1442	-77	0	0	0	-670
7	24.15	379	-379	643	-9523	1825	-35	0	0	0	848
8	27.6	379	-379	282	-16385	2200	-18	0	0	0	848

	GR22b=1.21x(LM71+SW0)+0.5xTR/BRA+1.0xNo										
		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	20	-20	0	0	184	-1258	0	0	0	451
1	3.45	95	-95	4345	-572	184	-1258	0	0	0	803
2	6.9	157	-157	6862	-1145	246	-866	0	0	0	680
3	10.35	210	-210	7685	-1718	468	-547	0	0	0	155
4	13.8	255	-255	6924	-2297	753	-82	0	0	0	-466
5	17.25	294	-294	4737	-2882	1085	154	0	0	0	-643
6	20.7	336	-336	1846	-4155	1442	357	0	0	0	-771
7	24.15	379	-379	601	-8453	1825	501	0	0	0	-295
8	27.6	379	-379	283	-15155	2200	624	0	0	0	-358

	GR22c=1.21x(SW0+LM71)+0.5xTR/BRA+1.0xNo										
		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	20	-20	0	0	156	-1240	0	0	0	378
1	3.45	95	-95	4282	-536	156	-1240	0	0	0	213
2	6.9	157	-157	6740	10	161	-848	0	0	0	554
3	10.35	210	-210	7529	-1603	329	-511	0	0	0	160
4	13.8	255	-255	6749	-2127	621	-265	0	0	0	-495
5	17.25	294	-294	4617	-2644	985	-96	0	0	0	-691
6	20.7	336	-336	1379	-3369	1364	-10	0	0	0	-830
7	24.15	379	-379	282	-7648	1712	-10	0	0	0	-23
8	27.6	379	-379	273	-13730	2035	-16	0	0	0	80



Групе 26

GR26a=1.21xLM71+SW2+1.0xTR/BRA+0.5xNo

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	10	-10	0	0	170	-1191	0	0	0	498
1	3.45	128	-128	4451	-656	170	-1191	0	0	0	850
2	6.9	238	-238	7092	-1313	231	-819	0	0	0	687
3	10.35	344	-344	7986	-1968	444	-520	0	0	0	153
4	13.8	446	-446	7210	-2625	713	-110	0	0	0	-449
5	17.25	545	-545	4855	-3278	1027	102	0	0	0	-619
6	20.7	645	-645	1744	-4604	1365	282	0	0	0	-763
7	24.15	745	-745	620	-9119	1729	408	0	0	0	-331
8	27.6	745	-745	303	-16403	2092	514	0	0	0	-417

GR26b=SW2+1.21xLM71+1.0xTR/BRA+0.5xNo

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	10	-10	0	0	142	-1093	0	0	0	414
1	3.45	128	-128	3777	-490	142	-1093	0	0	0	249
2	6.9	238	-238	5961	102	147	-749	0	0	0	501
3	10.35	344	-344	6669	-1464	296	-451	0	0	0	111
4	13.8	446	-446	5983	-1939	553	-233	0	0	0	-453
5	17.25	545	-545	4089	-2403	873	-85	0	0	0	-638
6	20.7	645	-645	1246	-3070	1205	-9	0	0	0	-760
7	24.15	745	-745	258	-6868	1511	-8	0	0	0	65
8	27.6	745	-745	244	-12244	1790	-14	0	0	0	150

GR26c=1.21xSW0+SW2+1.0xTR/BRA+0.5xNo

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	10	-10	0	0	143	-1169	0	0	0	444
1	3.45	128	-128	4376	-557	143	-1169	0	0	0	444
2	6.9	238	-238	6910	-1113	146	-800	0	0	0	798
3	10.35	344	-344	7747	-1668	305	-473	0	0	0	609
4	13.8	446	-446	6943	-2219	581	-48	0	0	0	-448
5	17.25	545	-545	4704	-2763	926	181	0	0	0	-642
6	20.7	645	-645	1048	-3295	1286	350	0	0	0	-923
7	24.15	745	-745	259	-7245	1616	434	0	0	0	-1202
8	27.6	745	-745	294	-13748	1927	517	0	0	0	-1186

GR26d=SW2+1.21xSW0+1.0xTR/BRA+0.5xNo

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	10	-10	0	0	189	-1279	0	0	0	411
1	3.45	128	-128	4412	-589	189	-1279	0	0	0	411
2	6.9	238	-238	7021	-1177	195	-846	0	0	0	745
3	10.35	344	-344	7921	-1768	317	-497	0	0	0	578
4	13.8	446	-446	7115	-2363	595	42	0	0	0	-472
5	17.25	545	-545	4711	-2970	985	288	0	0	0	-656
6	20.7	645	-645	891	-3591	1403	424	0	0	0	-893
7	24.15	745	-745	266	-7790	1855	526	0	0	0	-1092
8	27.6	745	-745	306	-15129	2293	625	0	0	0	-346

Групе 27

GR27a=1.21xLM71+SW2+0.5xTR/BRA+1.0xNo

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	10	-10	0	0	79	-893	0	0	0	-208
1	3.45	21	-21	3031	-266	79	-876	0	0	0	-208
2	6.9	25	-25	4671	-531	77	-583	0	0	0	309
3	10.35	25	-25	5141	-802	197	-345	0	0	0	281
4	13.8	21	-21	4544	-1084	415	-182	0	0	0	-241
5	17.25	15	-15	3057	-1385	688	-63	0	0	0	-305
6	20.7	9	-9	771	-1882	975	-6	0	0	0	-402
7	24.15	4	-4	140	-4895	1235	-7	0	0	0	-509
8	27.6	4	-4	169	-9255	1506	-8	0	0	0	-407

GR76b=SW2+1.21xLM71+0.5xTR/BRA+1.0xNo

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	20	-20	0	0	142	-1093	0	0	0	414
1	3.45	95	-95	3777	-490	142	-1093	0	0	0	249
2	6.9	157	-157	5961	102	147	-749	0	0	0	501
3	10.35	210	-210	6669	-1464	296	-451	0	0	0	111
4	13.8	255	-255	5983	-1939	553	-233	0	0	0	-453
5	17.25	294	-294	4089	-2403	873	-85	0	0	0	-638
6	20.7	336	-336	1246	-3070	1205	-9	0	0	0	-760
7	24.15	379	-379	258	-6868	1511	-8	0	0	0	65
8	27.6	379	-379	244	-12244	1790	-14	0	0	0	150

GR27c=1.21xSW0+SW2+0.5xTR/BRA+1.0xNo

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	20	-20	0	0	143	-1169	0	0	0	444
1	3.45	95	-95	4376	-557	143	-1169	0	0	0	444
2	6.9	157	-157	6910	-1113	146	-800	0	0	0	798
3	10.35	210	-210	7747	-1668	305	-473	0	0	0	609
4	13.8	255	-255	6943	-2219	581	-48	0	0	0	-448
5	17.25	294	-294	4704	-2763	926	181	0	0	0	-642
6	20.7	336	-336	1048	-3295	1286	350	0	0	0	-923
7	24.15	379	-379	259	-7245	1616	434	0	0	0	-1202
8	27.6	379	-379	294	-13748	1927	517	0	0	0	-1186

GR27d=SW2+1.21xSW0+0.5xTR/BRA+1.0xNo

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1
0	0	20	-20	0	0	189	-1279	0	0	0	411
1	3.45	95	-95	4412	-589	189	-1279	0	0	0	411
2	6.9	157	-157	7021	-1177	195	-846	0	0	0	745
3	10.35	210	-210	7921	-1768	317	-497	0	0	0	578
4	13.8	255	-255	7115	-2363	595	42	0	0	0	-472
5	17.25	294	-294	4711	-2970	985	288	0	0	0	-656
6	20.7	336	-336	891	-3591	1403	424	0	0	0	-893
7	24.15	379	-379	266	-7790	1855	526	0	0	0	-1092
8	27.6	379	-379	306	-15129	2293	625	0	0	0	-346

3.2.4 Саобраћајна оптерећења на распону 2/ Traffic loads at span 2

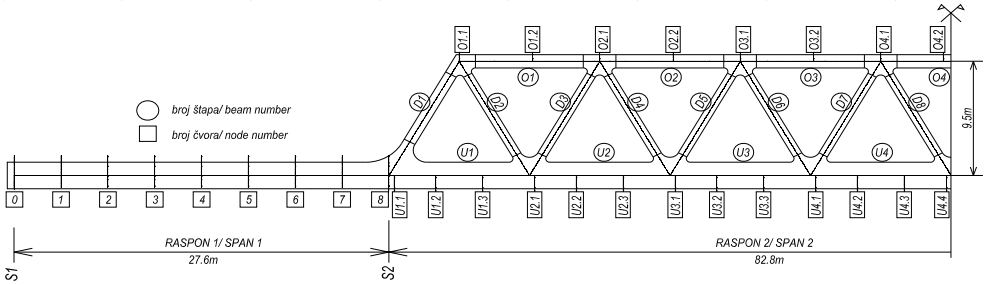
3.2.4.1 Утицаји од шема оптерећења/ Load models section forces

Оптерећење LM71, Ночач уз оптерећени колосек

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	549	-323	144	-8797	-1125	0	0	-47	-194
U1.2	549	-323	927	-5133	-813	0	0	-34	270
U1.3	549	-323	1005	-2130	-603	0	0	-30	372
U2.1	2362	-541	716	-290	-334	0	0	-43	193
U2.2	2362	-541	1477	-59	91	0	0	-42	261
U2.3	2362	-541	1477	-59	385	0	0	-42	294
U3.1	3673	-499	468	-360	-372	0	0	-28	185
U3.2	3673	-499	1424	-118	84	0	0	-27	209
U3.3	3673	-499	1424	-118	333	0	0	-27	228
U4.1	4336	-478	543	-280	-363	0	0	-9	129
U4.2	4336	-478	1471	-72	-70	0	0	-8	147
U4.3	4336	-478	1471	-72	-70	0	0	-8	147
U4.4	4336	-478	602	-263	342	0	0	-8	149

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	648	-1970	39	-175	-36	3	-99	34	0
O1.2	648	-1970	36	-7	-36	85	-2	-38	0
O2.1	553	-3556	192	0	-21	4	-115	46	0
O2.2	553	-3556	156	-3	-21	105	-4	-46	0
O3.1	531	-4491	256	-6	-12	6	-168	54	0
O3.2	531	-4491	228	-5	-12	116	-4	-52	0
O4.1	511	-4855	274	-8	8	7	-171	56	0
O4.2	511	-4855	248	-9	-8	120	-7	-56	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	696	-2323	130	-558	-52	53	-748	89	57
D2	2212	-623	0	0	10	3	-231	-30	0
D3	161	-2019	0	0	12	6	-241	21	0
D4	2013	-144	0	0	7	73	-151	-11	0
D5	344	-1414	0	0	8	24	-173	12	0
D6	1431	-339	0	0	5	87	-143	4	0
D7	609	-984	0	0	5	53	-152	9	0
D8	992	-597	0	0	3	79	-143	-7	0

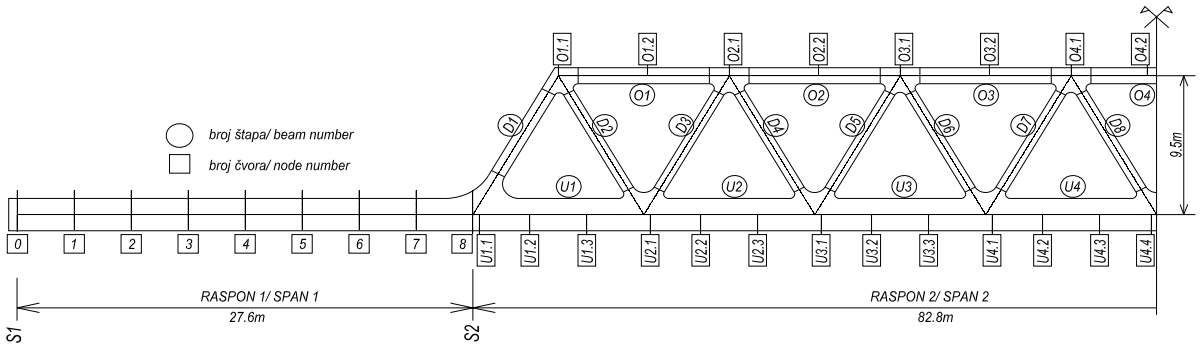


Оптерећење LM71, Ночач уз нептерећени колосек

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1*	1063	-281	84	-4039	-455	0	0	-31	333
U1.2*	1063	-281	351	-2466	-385	0	0	-33	338
U1.3*	1063	-281	382	-1020	-316	0	0	-35	286
U2.1*	1978	-418	362	-85	-132	0	0	-42	338
U2.2*	1978	-418	689	-17	33	0	0	-42	236
U2.3*	1978	-418	689	-17	160	0	0	-44	181
U3.1*	2672	-408	265	-117	-156	0	0	-27	315
U3.2*	2672	-408	716	-71	-29	0	0	-27	180
U3.3*	2672	-408	716	-71	142	0	0	-29	-141
U4.1*	3005	-397	302	-70	-156	0	0	-7	260
U4.2*	3005	-397	758	-53	-24	0	0	-8	136
U4.3*	3005	-397	758	-53	147	0	0	-8	-187
U4.4*	3005	-397	332	-63	147	0	0	-10	-187

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1*	363	-1053	39	-175	0	61	-3	-27	0
O1.2*	363	-1053	36	-7	0	2	-87	30	0
O2.1*	347	-1977	192	0	0	71	-2	-37	0
O2.2*	347	-1977	156	-3	0	4	-130	46	0
O3.1*	352	-2546	256	-6	0	106	-4	-47	0
O3.2*	352	-2546	228	-5	0	5	-154	52	0
O4.1*	337	-2679	274	-8	0	118	-5	-52	0
O4.2*	337	-2679	248	-9	0	8	-159	52	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1*	351	-922	61	-272	-24	447	-344	64	33
D2*	965	-326	0	0	6	39	-189	15	0
D3*	64	-921	0	0	5	56	-171	-14	0
D4*	906	-61	0	0	3	15	-297	28	0
D5*	138	-625	0	0	3	13	-224	-25	0
D6*	628	-139	0	0	2	11	-315	30	0
D7*	270	-411	0	0	2	9	-270	-29	0
D8*	407	-271	0	0	1	10	-304	30	0

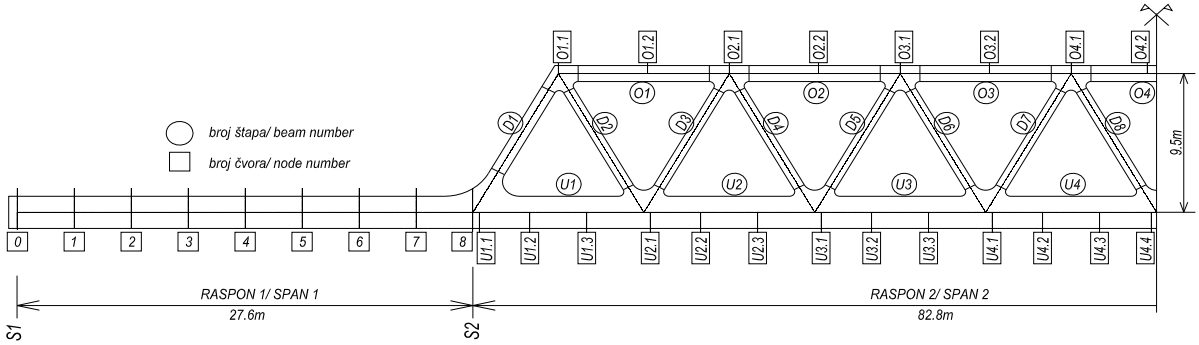


Оптерећење LM71 на оба колосека

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	1612	-604	228	-12836	-1580	0	0	-78	139
U1.2	1612	-604	1278	-7599	-1198	0	0	-67	608
U1.3	1612	-604	1387	-3150	-919	0	0	-65	658
U2.1	4340	-959	1078	-375	-466	0	0	-85	531
U2.2	4340	-959	2166	-76	124	0	0	-84	497
U2.3	4340	-959	2166	-76	545	0	0	-86	475
U3.1	6345	-907	733	-477	-528	0	0	-55	500
U3.2	6345	-907	2140	-189	55	0	0	-54	389
U3.3	6345	-907	2140	-189	475	0	0	-56	87
U4.1	7341	-875	845	-350	-519	0	0	-16	389
U4.2	7341	-875	2229	-125	-94	0	0	-16	283
U4.3	7341	-875	2229	-125	77	0	0	-16	-40
U4.4	7341	-875	934	-326	489	0	0	-18	-38

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1011	-3023	78	-350	-36	64	-102	7	0
O1.2	1011	-3023	72	-14	-36	87	-89	-8	0
O2.1	900	-5533	384	0	-21	75	-117	9	0
O2.2	900	-5533	312	-6	-21	109	-134	0	0
O3.1	883	-7037	512	-12	-12	112	-172	7	0
O3.2	883	-7037	456	-10	-12	121	-158	0	0
O4.1	848	-7534	548	-16	8	125	-176	4	0
O4.2	848	-7534	496	-18	-8	128	-166	-4	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1047	-3245	191	-830	-76	500	-1092	153	90
D2	3177	-949	0	0	16	42	-420	-15	0
D3	225	-2940	0	0	17	62	-412	7	0
D4	2919	-205	0	0	10	88	-448	17	0
D5	482	-2039	0	0	11	37	-397	-13	0
D6	2059	-478	0	0	7	98	-458	34	0
D7	879	-1395	0	0	7	62	-422	-20	0
D8	1399	-868	0	0	4	89	-447	23	0

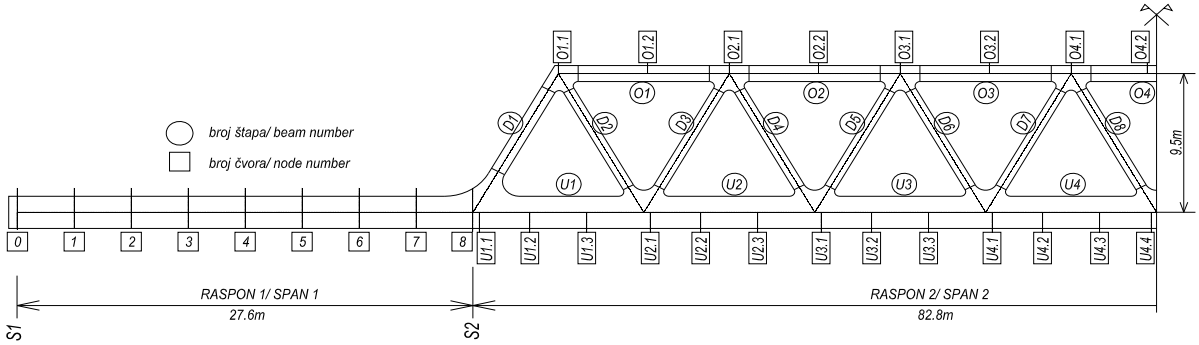


Оптерећење α x LM71 на оба колосека

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	1950.52	-730.84	275.88	-15531.56	-1911.8	0	0	-94.38	168.19
U1.2	1950.52	-730.84	1546.38	-9194.79	-1449.58	0	0	-81.07	735.68
U1.3	1950.52	-730.84	1678.27	-3811.5	-1111.99	0	0	-78.65	796.18
U2.1	5251.4	-1160.39	1304.38	-453.75	-563.86	0	0	-102.85	642.51
U2.2	5251.4	-1160.39	2620.86	-91.96	150.04	0	0	-101.64	601.37
U2.3	5251.4	-1160.39	2620.86	-91.96	659.45	0	0	-104.06	574.75
U3.1	7677.45	-1097.47	886.93	-577.17	-638.88	0	0	-66.55	605
U3.2	7677.45	-1097.47	2589.4	-228.69	66.55	0	0	-65.34	470.69
U3.3	7677.45	-1097.47	2589.4	-228.69	574.75	0	0	-67.76	105.27
U4.1	8882.61	-1058.75	1022.45	-423.5	-627.99	0	0	-19.36	470.69
U4.2	8882.61	-1058.75	2697.09	-151.25	-113.74	0	0	-19.36	342.43
U4.3	8882.61	-1058.75	2697.09	-151.25	93.17	0	0	-19.36	-48.4
U4.4	8882.61	-1058.75	1130.14	-394.46	591.69	0	0	-21.78	-45.98

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1223.31	-3657.83	94.38	-423.5	-43.56	77.44	-123.42	8.47	0
O1.2	1223.31	-3657.83	87.12	-16.94	-43.56	105.27	-107.69	-9.68	0
O2.1	1089	-6694.93	464.64	0	-25.41	90.75	-141.57	10.89	0
O2.2	1089	-6694.93	377.52	-7.26	-25.41	131.89	-162.14	0	0
O3.1	1068.43	-8514.77	619.52	-14.52	-14.52	135.52	-208.12	8.47	0
O3.2	1068.43	-8514.77	551.76	-12.1	-14.52	146.41	-191.18	0	0
O4.1	1026.08	-9116.14	663.08	-19.36	9.68	151.25	-212.96	4.84	0
O4.2	1026.08	-9116.14	600.16	-21.78	-9.68	154.88	-200.86	-4.84	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1266.87	-3926.45	231.11	-1004.3	-91.96	605	-1321.32	185.13	108.9
D2	3844.17	-1148.29	0	0	19.36	50.82	-508.2	-18.15	0
D3	272.25	-3557.4	0	0	20.57	75.02	-498.52	8.47	0
D4	3531.99	-248.05	0	0	12.1	106.48	-542.08	20.57	0
D5	583.22	-2467.19	0	0	13.31	44.77	-480.37	-15.73	0
D6	2491.39	-578.38	0	0	8.47	118.58	-554.18	41.14	0
D7	1063.59	-1687.95	0	0	8.47	75.02	-510.62	-24.2	0
D8	1692.79	-1050.28	0	0	4.84	107.69	-540.87	27.83	0

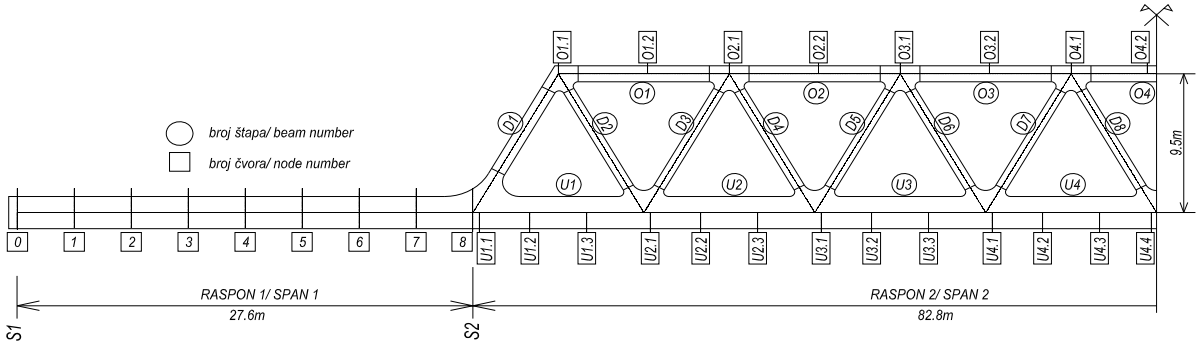


Оптерећење SW0, Ночач уз оптерећени колосек

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	559	-297	140	-7077	-1028	0	0	-36	-358
U1.2	559	-297	81	-3604	-698	0	0	-28	292
U1.3	559	-297	639	-1530	-591	0	0	-26	335
U2.1	2031	-470	449	-88	-344	0	0	-35	216
U2.2	2031	-470	1328	-18	134	0	0	-35	258
U2.3	2031	-470	1328	-18	363	0	0	-35	283
U3.1	3065	-371	362	-193	-337	0	0	-23	214
U3.2	3065	-371	1374	-79	-102	0	0	-23	236
U3.3	3065	-371	1374	-79	323	0	0	-23	248
U4.1	3579	-293	340	-46	-335	0	0	-11	191
U4.2	3579	-293	1397	-39	-100	0	0	-11	203
U4.3	3579	-293	1397	-39	327	0	0	-11	209
U4.4	3579	-293	353	-41	327	0	0	-11	209

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	599	-1800	132	156	-33	51	-99	33	0
O1.2	599	-1800	42	9	-33	74	-20	-34	0
O2.1	437	-3077	116	-86	-18	24	-132	43	0
O2.2	437	-3077	155	-38	-18	99	-20	-43	0
O3.1	365	-3764	173	-4	-17	18	-148	47	0
O3.2	365	-3764	202	-7	-17	106	-8	-46	0
O4.1	282	-3927	248	-18	-13	11	-145	47	0
O4.2	282	-3927	221	-12	-13	113	-8	-47	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	617	-1952	129	-528	-85	39	-531	65	47
D2	1868	-551	0	0	8	3	-198	-25	0
D3	83	-1714	0	0	15	3	-195	21	0
D4	1731	-83	0	0	11	59	-127	-13	0
D5	245	-1343	0	0	11	16	-156	16	0
D6	1349	-231	0	0	9	264	-15	-12	0
D7	570	-968	0	0	9	60	-101	13	0
D8	979	-557	0	0	7	39	-122	-12	0

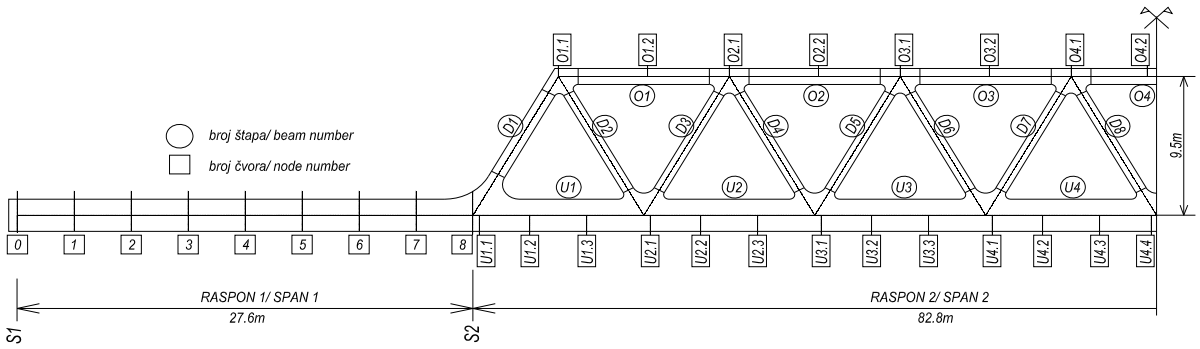


Оптерећење SW0, Ночач уз нептерећени колосек

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1*	805	-232	87	-3254	-426	0	0	-29	410
U1.2*	805	-232	51	-1765	-319	0	0	-29	372
U1.3*	805	-232	248	-779	-296	0	0	-29	309
U2.1*	1558	-332	212	-14	-141	0	0	-35	372
U2.2*	1558	-332	619	-14	52	0	0	-35	293
U2.3*	1558	-332	619	-14	147	0	0	-36	230
U3.1*	2141	-288	229	-74	-141	0	0	-24	355
U3.2*	2141	-288	688	-54	-33	0	0	-23	255
U3.3*	2141	-288	688	-54	137	0	0	-26	-231
U4.1*	2427	-243	221	-30	-143	0	0	-11	318
U4.2*	2427	-243	703	-32	-33	0	0	-10	212
U4.3*	2427	-243	703	-32	139	0	0	-13	-272
U4.4*	2427	-243	237	-29	139	0	0	-13	-272

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1*	320	-870	65	-35	-11	69	-47	-28	0
O1.2*	320	-870	25	-1	-11	21	-77	26	0
O2.1*	265	-1631	83	-47	-10	69	-12	-35	0
O2.2*	265	-1631	81	-22	-10	24	-121	41	0
O3.1*	232	-2082	123	-4	-12	98	-11	-41	0
O3.2*	232	-2082	116	-6	-7	11	-139	45	0
O4.1*	188	-2178	137	-13	6	104	-8	-45	0
O4.2*	188	-2178	126	-9	6	10	-146	45	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1*	313	-792	59	-255	-31	337	-364	57	32
D2*	818	-287	0	0	4	174	-26	19	0
D3*	48	-781	0	0	4	156	-43	-17	0
D4*	779	-48	0	0	4	271	-12	28	0
D5*	85	-594	0	0	3	210	-9	-24	0
D6*	592	-82	0	0	3	283	-7	29	0
D7*	251	-398	0	0	3	246	-8	-27	0
D8*	396	-252	0	0	2	273	-6	29	0

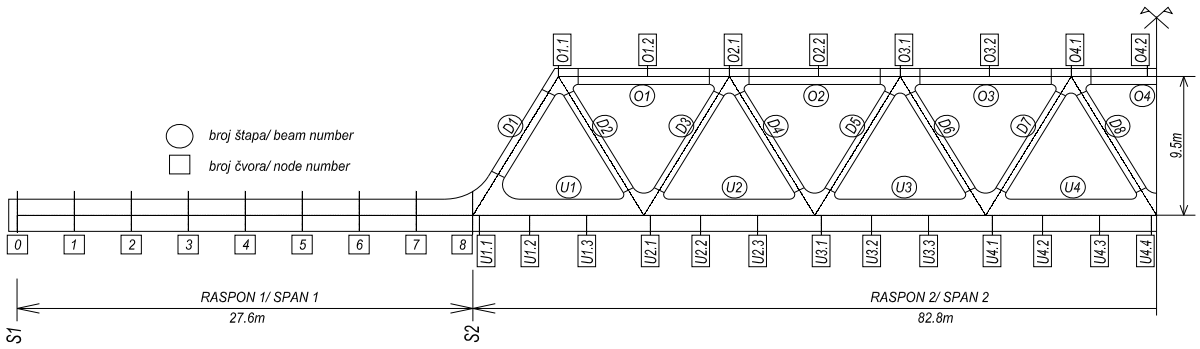


Оптерећење SW0 на оба колосека

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	1364	-529	227	-10331	-1454	0	0	-65	52
U1.2	1364	-529	132	-5369	-1017	0	0	-57	664
U1.3	1364	-529	887	-2309	-887	0	0	-55	644
U2.1	3589	-802	661	-102	-485	0	0	-70	588
U2.2	3589	-802	1947	-32	186	0	0	-70	551
U2.3	3589	-802	1947	-32	510	0	0	-71	513
U3.1	5206	-659	591	-267	-478	0	0	-47	569
U3.2	5206	-659	2062	-133	-135	0	0	-46	491
U3.3	5206	-659	2062	-133	460	0	0	-49	17
U4.1	6006	-536	561	-76	-478	0	0	-22	509
U4.2	6006	-536	2100	-71	-133	0	0	-21	415
U4.3	6006	-536	2100	-71	466	0	0	-24	-63
U4.4	6006	-536	590	-70	466	0	0	-24	-63

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	919	-2670	197	121	-44	120	-146	5	0
O1.2	919	-2670	67	8	-44	95	-97	-8	0
O2.1	702	-4708	199	-133	-28	93	-144	8	0
O2.2	702	-4708	236	-60	-28	123	-141	-2	0
O3.1	597	-5846	296	-8	-29	116	-159	6	0
O3.2	597	-5846	318	-13	-24	117	-147	-1	0
O4.1	470	-6105	385	-31	-7	115	-153	2	0
O4.2	470	-6105	347	-21	-7	123	-154	-2	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	930	-2744	188	-783	-116	376	-895	122	79
D2	2686	-838	0	0	12	177	-224	-6	0
D3	131	-2495	0	0	19	159	-238	4	0
D4	2510	-131	0	0	15	330	-139	15	0
D5	330	-1937	0	0	14	226	-165	-8	0
D6	1941	-313	0	0	12	547	-22	17	0
D7	821	-1366	0	0	12	306	-109	-14	0
D8	1375	-809	0	0	9	312	-128	17	0

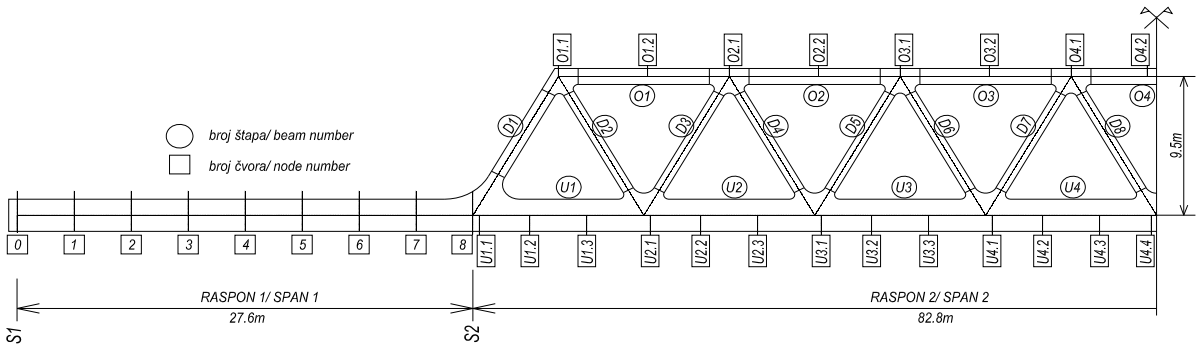


Оптерећење α x SW0, на оба колосека

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	1650.44	-640.09	274.67	-12500.5	-1759.34	0	0	-78.65	62.92
U1.2	1650.44	-640.09	159.72	-6496.49	-1230.57	0	0	-68.97	803.44
U1.3	1650.44	-640.09	1073.27	-2793.89	-1073.27	0	0	-66.55	779.24
U2.1	4342.69	-970.42	799.81	-123.42	-586.85	0	0	-84.7	711.48
U2.2	4342.69	-970.42	2355.87	-38.72	225.06	0	0	-84.7	666.71
U2.3	4342.69	-970.42	2355.87	-38.72	617.1	0	0	-85.91	620.73
U3.1	6299.26	-797.39	715.11	-323.07	-578.38	0	0	-56.87	688.49
U3.2	6299.26	-797.39	2495.02	-160.93	-163.35	0	0	-55.66	594.11
U3.3	6299.26	-797.39	2495.02	-160.93	556.6	0	0	-59.29	20.57
U4.1	7267.26	-648.56	678.81	-91.96	-578.38	0	0	-26.62	615.89
U4.2	7267.26	-648.56	2541	-85.91	-160.93	0	0	-25.41	502.15
U4.3	7267.26	-648.56	2541	-85.91	563.86	0	0	-29.04	-76.23
U4.4	7267.26	-648.56	713.9	-84.7	563.86	0	0	-29.04	-76.23

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1111.99	-3230.7	238.37	146.41	-53.24	145.2	-176.66	6.05	0
O1.2	1111.99	-3230.7	81.07	9.68	-53.24	114.95	-117.37	-9.68	0
O2.1	849.42	-5696.68	240.79	-160.93	-33.88	112.53	-174.24	9.68	0
O2.2	849.42	-5696.68	285.56	-72.6	-33.88	148.83	-170.61	-2.42	0
O3.1	722.37	-7073.66	358.16	-9.68	-35.09	140.36	-192.39	7.26	0
O3.2	722.37	-7073.66	384.78	-15.73	-29.04	141.57	-177.87	-1.21	0
O4.1	568.7	-7387.05	465.85	-37.51	-8.47	139.15	-185.13	2.42	0
O4.2	568.7	-7387.05	419.87	-25.41	-8.47	148.83	-186.34	-2.42	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1125.3	-3320.24	227.48	-947.43	-140.36	454.96	-1082.95	147.62	95.59
D2	3250.06	-1013.98	0	0	14.52	214.17	-271.04	-7.26	0
D3	158.51	-3018.95	0	0	22.99	192.39	-287.98	4.84	0
D4	3037.1	-158.51	0	0	18.15	399.3	-168.19	18.15	0
D5	399.3	-2343.77	0	0	16.94	273.46	-199.65	-9.68	0
D6	2348.61	-378.73	0	0	14.52	661.87	-26.62	20.57	0
D7	993.41	-1652.86	0	0	14.52	370.26	-131.89	-16.94	0
D8	1663.75	-978.89	0	0	10.89	377.52	-154.88	20.57	0

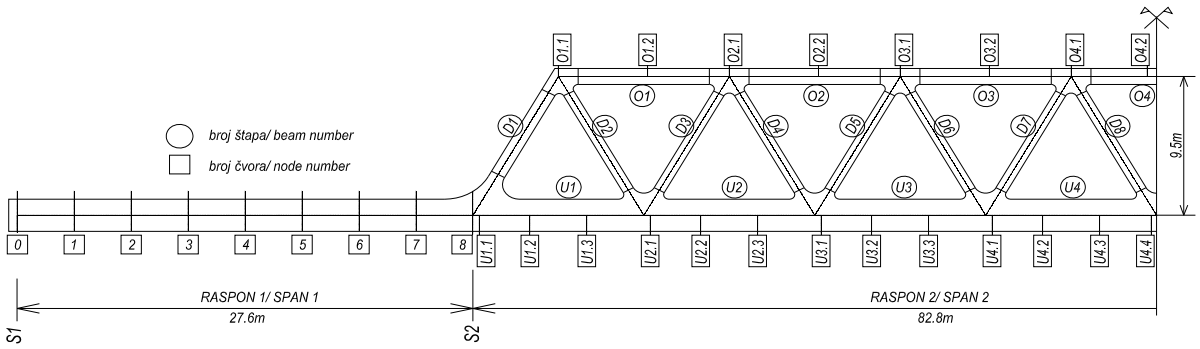


Оптерећење SW0, Ночач уз оптерећени колосек

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	723	-427	201	-11192	-1358	0	0	-59	-412
U1.2	723	-427	120	-6425	-1181	0	0	-45	402
U1.3	723	-427	239	-2675	-1009	0	0	-41	488
U2.1	3082	-675	834	-21	-401	0	0	-55	336
U2.2	3082	-675	1645	-21	141	0	0	-54	376
U2.3	3082	-675	1645	-21	445	0	0	-58	386
U3.1	4688	-535	535	0	-405	0	0	-35	328
U3.2	4688	-535	1709	0	-130	0	0	-35	328
U3.3	4688	-535	1709	0	376	0	0	-39	328
U4.1	5406	-5406	632	0	-399	0	0	-12	271
U4.2	5406	-5406	1745	0	-122	0	0	-13	258
U4.3	5406	-5406	1745	0	385	0	0	-13	241
U4.4	5406	-5406	681	0	385	0	0	-17	241

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	885	-2758	190	-247	-53	65	-150	51	0
O1.2	885	-2758	61	-13	-53	116	-27	-53	0
O2.1	628	-4735	294	-123	-25	34	-195	65	0
O2.2	628	-4735	230	-54	-25	149	-28	-67	0
O3.1	524	-5756	336	-5	-22	26	-219	70	0
O3.2	524	-5756	292	-10	-22	149	-11	-70	0
O4.1	405	-5910	365	-26	-15	0	-217	71	0
O4.2	405	-5910	304	-17	-15	161	-12	-71	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	885	-3001	139	-757	-92	45	-857	111	50
D2	2857	-789	0	0	13	0	-247	-35	0
D3	119	-2534	0	0	16	0	-264	25	0
D4	2558	-119	0	0	11	79	-140	-15	0
D5	280	-1833	0	0	11	16	-186	19	0
D6	1840	-263	0	0	8	87	-108	-12	0
D7	592	-1157	0	0	8	48	-147	16	0
D8	1168	-589	0	0	5	80	-105	12	0

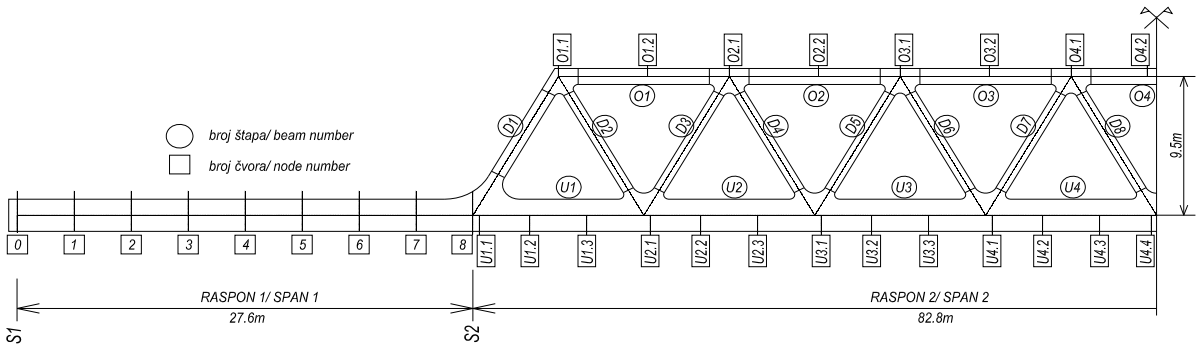


Оптерећење SW0, Ночач уз нептерећени колосек

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1*	1371	-335	125	-5185	-1028	0	0	-45	543
U1.2*	1371	-335	74	-2977	-698	0	0	-44	530
U1.3*	1371	-335	84	-1191	-591	0	0	-46	448
U2.1*	2538	-478	410	-21	-344	0	0	-55	494
U2.2*	2538	-478	781	-21	134	0	0	-54	396
U2.3*	2538	-478	781	-21	363	0	0	-58	308
U3.1*	3410	-413	348	-105	-337	0	0	-35	452
U3.2*	3410	-413	866	-78	-102	0	0	-35	322
U3.3*	3410	-413	866	-78	323	0	0	-39	-263
U4.1*	3789	-348	404	-17	-335	0	0	-12	379
U4.2*	3789	-348	897	-45	-100	0	0	-13	248
U4.3*	3789	-348	897	-45	327	0	0	-13	-308
U4.4*	3789	-348	431	-12	327	0	0	-17	-308

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	461	-1363	95	-50	-42	415	-586	95	0
O1.2	461	-1363	41	-1	41	213	-32	41	0
O2.1	381	-2553	130	-67	-53	197	-63	130	0
O2.2	381	-2553	125	-31	65	368	-17	125	0
O3.1	334	-3234	190	-5	-60	271	-13	190	0
O3.2	334	-3234	173	-9	69	382	-10	173	0
O4.1	270	-3336	202	-18	-67	325	-11	202	0
O4.2	270	-3336	178	-13	67	357	-9	178	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1*	452	-1207	62	-369	-45	415	-586	92	32
D2*	1258	-413	0	0	7	213	-32	24	0
D3*	69	-1167	0	0	7	197	-63	-22	0
D4*	1163	-68	0	0	5	367	-17	36	0
D5*	92	-819	0	0	5	271	-13	-32	0
D6*	815	-88	0	0	4	382	-10	37	0
D7*	244	-475	0	0	3	325	-11	-36	0
D8*	471	-249	0	0	-2	357	-9	37	0



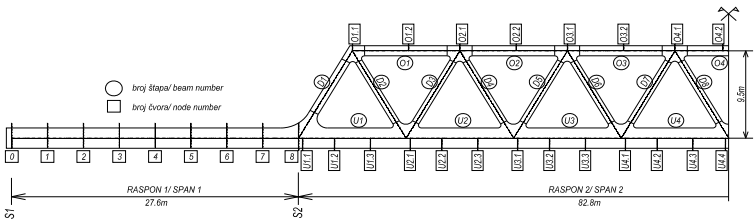
Кочење, покретање

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	1782	-1782	0	0	0	0	0	0	0
U1.2	1782	-1782	0	0	0	0	0	0	0
U1.3	1782	-1782	0	0	0	0	0	0	0
U2.1	1673	-1673	0	0	0	0	0	0	0
U2.2	1673	-1673	0	0	0	0	0	0	0
U2.3	1673	-1673	0	0	0	0	0	0	0
U3.1	1502	-1502	0	0	0	0	0	0	0
U3.2	1502	-1502	0	0	0	0	0	0	0
U3.3	1502	-1502	0	0	0	0	0	0	0
U4.1	1350	-1350	0	0	0	0	0	0	0
U4.2	1350	-1350	0	0	0	0	0	0	0
U4.3	1350	-1350	0	0	0	0	0	0	0
U4.4	1350	-1350	0	0	0	0	0	0	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O4.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Напомене:
- Оптерећена оба колосека у истом правцу (кочење + покретање)
- Утицаји могу имати алтернативан знак

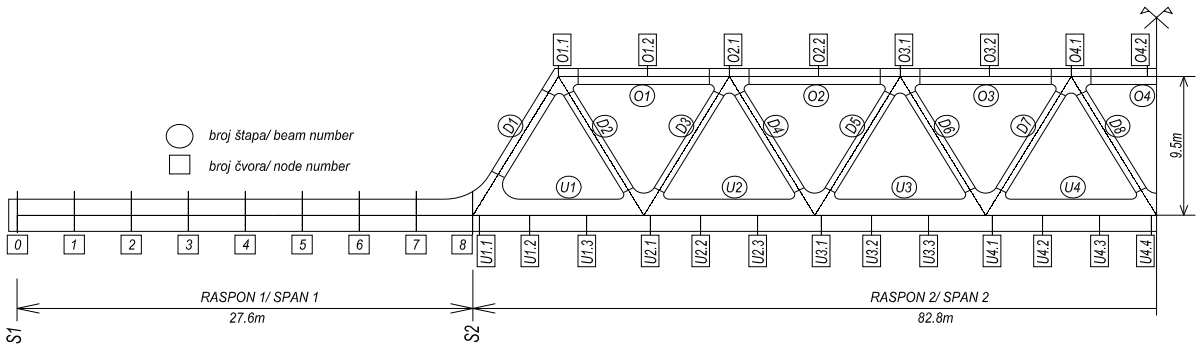


Оптерећење на ревизионој стази

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	64	0	0	-582	-88	0	0	0	0
U1.2	64	0	0	-298	-71	0	0	0	0
U1.3	64	0	0	-83	-54	0	0	0	0
U2.1	202	0	72	0	-21	0	0	0	0
U2.2	202	0	104	0	5	0	0	0	0
U2.3	202	0	104	0	31	0	0	0	0
U3.1	315	0	5	0	-28	0	0	0	0
U3.2	315	0	85	0	-2	0	0	0	0
U3.3	315	0	85	0	24	0	0	0	0
U4.1	370	0	26	0	-26	0	0	0	0
U4.2	370	0	95	0	-9	0	0	0	0
U4.3	370	0	95	0	8	0	0	0	0
U4.4	370	0	30	0	25	0	0	0	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	0	-127	0	0	0	0	-7	3	0
O1.2	0	-127	0	0	0	8	0	-3	0
O2.1	0	-271	0	0	0	0	-9	4	0
O2.2	0	-271	0	0	0	12	0	-5	0
O3.1	0	-352	0	0	0	0	-12	5	0
O3.2	0	-352	0	0	0	13	0	-5	0
O4.1	0	-379	0	0	0	0	-13	5	0
O4.2	0	-379	0	0	0	14	0	-5	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	0	-135	0	0	0	0	0	0	0
D2	134	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	0	-152	0	0	0	0	0	0	0
D4	150	0	0	0	0	0	0	0	0
D5	0	-84	0	0	0	0	0	0	0
D6	85	0	0	0	0	0	0	0	0
D7	0	-29	0	0	0	0	0	0	0
D8	29	0	0	0	0	0	0	0	0



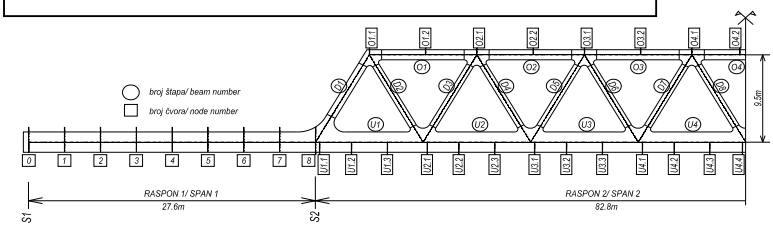
Бочни удар

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	195	-195	0	0	0	0	0	0	0
U1.2	195	-195	0	0	0	0	0	0	0
U1.3	195	-195	0	0	0	0	0	0	0
U2.1	71	-71	0	0	0	0	0	0	0
U2.2	71	-71	0	0	0	0	0	0	0
U2.3	71	-71	0	0	0	0	0	0	0
U3.1	96	-96	0	0	0	0	0	0	0
U3.2	96	-96	0	0	0	0	0	0	0
U3.3	96	-96	0	0	0	0	0	0	0
U4.1	117	-117	0	0	0	0	0	0	0
U4.2	117	-117	0	0	0	0	0	0	0
U4.3	117	-117	0	0	0	0	0	0	0
U4.4	117	-117	0	0	0	0	0	0	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O4.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Напомене:
- Симултани бочни удар на оба колосека.
- Утицаји могу имати алтернативан знак



3.2.4.2 Групе саобраћајних оптерећења/ Groups of traffic loads

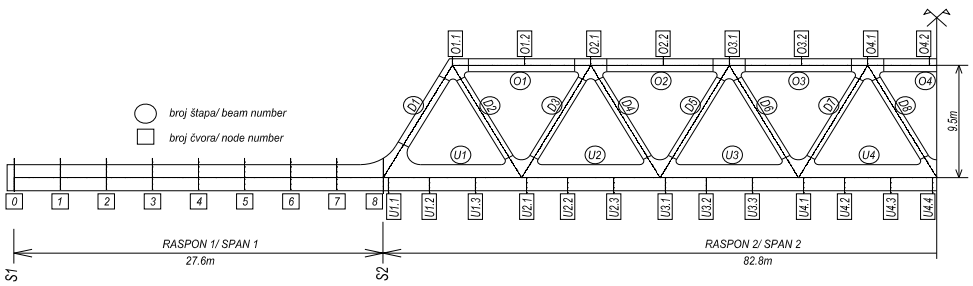
Групе 21

GR21a=1.21x(LM71+LM71)+1.0xTR/BRA+0.5xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	3830.02	-2610.34	275.88	-15531.56	-1911.8	0	0	-94.38	168.19
U1.2	3830.02	-2610.34	1546.38	-9194.79	-1449.58	0	0	-81.07	735.68
U1.3	3830.02	-2610.34	1678.27	-3811.5	-1111.99	0	0	-78.65	796.18
U2.1	6959.9	-2868.89	1304.38	-453.75	-563.86	0	0	-102.85	642.51
U2.2	6959.9	-2868.89	2620.86	-91.96	150.04	0	0	-101.64	601.37
U2.3	6959.9	-2868.89	2620.86	-91.96	659.45	0	0	-104.06	574.75
U3.1	9227.45	-2647.47	886.93	-577.17	-638.88	0	0	-66.55	605
U3.2	9227.45	-2647.47	2589.4	-228.69	66.55	0	0	-65.34	470.69
U3.3	9227.45	-2647.47	2589.4	-228.69	574.75	0	0	-67.76	105.27
U4.1	10291.11	-2467.25	1022.45	-423.5	-627.99	0	0	-19.36	470.69
U4.2	10291.11	-2467.25	2697.09	-151.25	-113.74	0	0	-19.36	342.43
U4.3	10291.11	-2467.25	2697.09	-151.25	93.17	0	0	-19.36	-48.4
U4.4	10291.11	-2467.25	1130.14	-394.46	591.69	0	0	-21.78	-45.98

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1223.31	-3657.83	94.38	-423.5	-43.56	77.44	-123.42	8.47	0
O1.2	1223.31	-3657.83	87.12	-16.94	-43.56	105.27	-107.69	-9.68	0
O2.1	1089	-6694.93	464.64	0	-25.41	90.75	-141.57	10.89	0
O2.2	1089	-6694.93	377.52	-7.26	-25.41	131.89	-162.14	0	0
O3.1	1068.43	-8514.77	619.52	-14.52	-14.52	135.52	-208.12	8.47	0
O3.2	1068.43	-8514.77	551.76	-12.1	-14.52	146.41	-191.18	0	0
O4.1	1026.08	-9116.14	663.08	-19.36	9.68	151.25	-212.96	4.84	0
O4.2	1026.08	-9116.14	600.16	-21.78	-9.68	154.88	-200.86	-4.84	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1266.87	-3926.45	231.11	-1004.3	-91.96	605	-1321.32	185.13	108.9
D2	3844.17	-1148.29	0	0	19.36	50.82	-508.2	-18.15	0
D3	272.25	-3557.4	0	0	20.57	75.02	-498.52	8.47	0
D4	3531.99	-248.05	0	0	12.1	106.48	-542.08	20.57	0
D5	583.22	-2467.19	0	0	13.31	44.77	-480.37	-15.73	0
D6	2491.39	-578.38	0	0	8.47	118.58	-554.18	41.14	0
D7	1063.59	-1687.95	0	0	8.47	75.02	-510.62	-24.2	0
D8	1692.79	-1050.28	0	0	4.84	107.69	-540.87	27.83	0

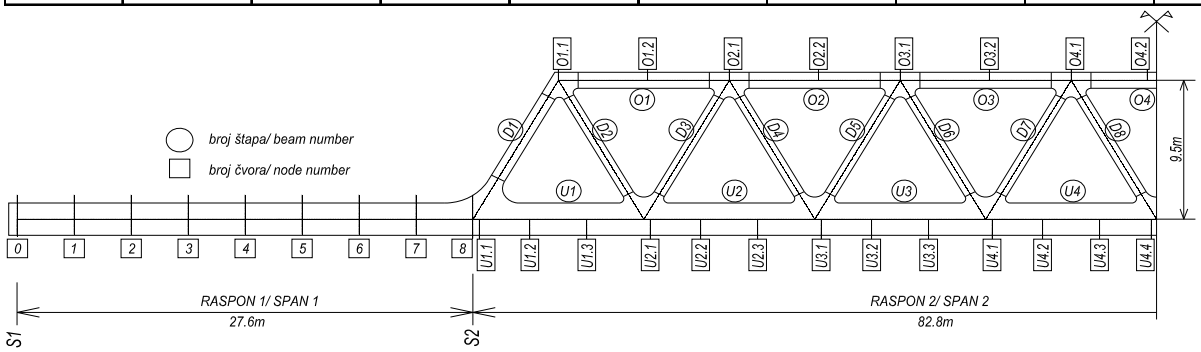


GR21b=1.21x(LM71+SW0)+1.0xTR/BRA+0.5xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	3517.84	-2551.05	279.51	-14581.71	-1876.71	0	0	-91.96	261.36
U1.2	3517.84	-2551.05	1183.38	-8346.58	-1369.72	0	0	-76.23	776.82
U1.3	3517.84	-2551.05	1516.13	-3519.89	-1087.79	0	0	-71.39	824.01
U2.1	6451.7	-2764.83	1122.88	-367.84	-574.75	0	0	-94.38	683.65
U2.2	6451.7	-2764.83	2536.16	-88.33	173.03	0	0	-93.17	670.34
U2.3	6451.7	-2764.83	2536.16	-88.33	643.72	0	0	-94.38	634.04
U3.1	8584.94	-2502.27	843.37	-525.14	-620.73	0	0	-62.92	653.4
U3.2	8584.94	-2502.27	2555.52	-208.12	61.71	0	0	-60.5	561.44
U3.3	8584.94	-2502.27	2555.52	-208.12	568.7	0	0	-64.13	-3.63
U4.1	9591.73	-2280.91	924.44	-375.1	-612.26	0	0	-24.2	540.87
U4.2	9591.73	-2280.91	2630.54	-125.84	-124.63	0	0	-21.78	434.39
U4.3	9591.73	-2280.91	2630.54	-125.84	83.49	0	0	-25.41	-151.25
U4.4	9591.73	-2280.91	1015.19	-353.32	582.01	0	0	-25.41	-148.83

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1171.28	-3436.4	125.84	-254.1	-56.87	87.12	-176.66	7.26	0
O1.2	1171.28	-3436.4	73.81	-9.68	-56.87	128.26	-95.59	-14.52	0
O2.1	989.78	-6276.27	332.75	-56.87	-37.51	88.33	-153.67	13.31	0
O2.2	989.78	-6276.27	286.77	-30.25	-37.51	156.09	-151.25	-6.05	0
O3.1	923.23	-7953.33	458.59	-12.1	-29.04	125.84	-216.59	15.73	0
O3.2	923.23	-7953.33	416.24	-13.31	-22.99	153.67	-173.03	-8.47	0
O4.1	845.79	-8509.93	497.31	-25.41	16.94	134.31	-216.59	13.31	0
O4.2	845.79	-8509.93	452.54	-21.78	-2.42	157.3	-185.13	-13.31	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1220.89	-3769.15	228.69	-983.73	-100.43	471.9	-1345.52	176.66	107.69
D2	3666.3	-1101.1	0	0	16.94	214.17	-310.97	-13.31	0
D3	252.89	-3388	0	0	19.36	196.02	-343.64	4.84	0
D4	3378.32	-232.32	0	0	13.31	416.24	-197.23	20.57	0
D5	519.09	-2429.68	0	0	13.31	283.14	-220.22	-14.52	0
D6	2447.83	-509.41	0	0	9.68	447.7	-181.5	39.93	0
D7	1040.6	-1672.22	0	0	9.68	361.79	-193.6	-21.78	0
D8	1679.48	-1027.29	0	0	6.05	425.92	-180.29	26.62	0

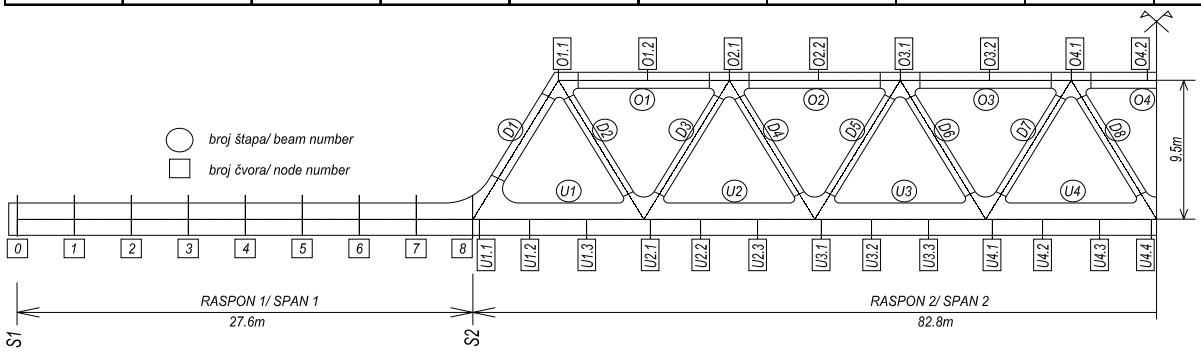


GR21c=1.21x(SW0+LM71)+1.0xTR/BRA+0.5xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	3842.12	-2578.88	271.04	-13450.36	-1794.43	0	0	-81.07	-30.25
U1.2	3842.12	-2578.88	522.72	-7344.7	-1310.43	0	0	-73.81	762.3
U1.3	3842.12	-2578.88	1235.41	-3085.5	-1097.47	0	0	-73.81	751.41
U2.1	6559.39	-2782.98	981.31	-209.33	-575.96	0	0	-93.17	670.34
U2.2	6559.39	-2782.98	2440.57	-42.35	202.07	0	0	-93.17	597.74
U2.3	6559.39	-2782.98	2440.57	-42.35	632.83	0	0	-95.59	561.44
U3.1	8491.77	-2492.59	758.67	-375.1	-596.53	0	0	-60.5	640.09
U3.2	8491.77	-2492.59	2528.9	-181.5	-158.51	0	0	-60.5	503.36
U3.3	8491.77	-2492.59	2528.9	-181.5	562.65	0	0	-62.92	129.47
U4.1	9375.14	-2243.4	776.82	-140.36	-594.11	0	0	-21.78	545.71
U4.2	9375.14	-2243.4	2607.55	-111.32	-150.04	0	0	-22.99	410.19
U4.3	9375.14	-2243.4	2607.55	-111.32	573.54	0	0	-22.99	26.62
U4.4	9375.14	-2243.4	828.85	-125.84	573.54	0	0	-25.41	26.62

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1164.02	-3452.13	206.91	-22.99	-39.93	135.52	-123.42	7.26	0
O1.2	1164.02	-3452.13	94.38	2.42	-39.93	91.96	-129.47	-4.84	0
O2.1	948.64	-6115.34	372.68	-104.06	-21.78	114.95	-162.14	7.26	0
O2.2	948.64	-6115.34	376.31	-49.61	-21.78	124.63	-181.5	3.63	0
O3.1	867.57	-7635.1	519.09	-12.1	-20.57	150.04	-183.92	0	0
O3.2	867.57	-7635.1	520.3	-14.52	-20.57	134.31	-196.02	7.26	0
O4.1	748.99	-7993.26	631.62	-31.46	-15.73	156.09	-181.5	-6.05	0
O4.2	748.99	-7993.26	567.49	-25.41	-15.73	146.41	-202.07	6.05	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1171.28	-3477.54	229.9	-968	-131.89	588.06	-1058.75	156.09	96.8
D2	3427.93	-1061.17	0	0	16.94	50.82	-468.27	-12.1	0
D3	177.87	-3188.35	0	0	24.2	71.39	-442.86	8.47	0
D4	3190.77	-174.24	0	0	16.94	89.54	-513.04	18.15	0
D5	463.43	-2381.28	0	0	16.94	35.09	-459.8	-10.89	0
D6	2392.17	-447.7	0	0	13.31	332.75	-399.3	21.78	0
D7	1016.4	-1668.59	0	0	13.31	83.49	-448.91	-19.36	0
D8	1677.06	-1001.88	0	0	9.68	59.29	-515.46	21.78	0



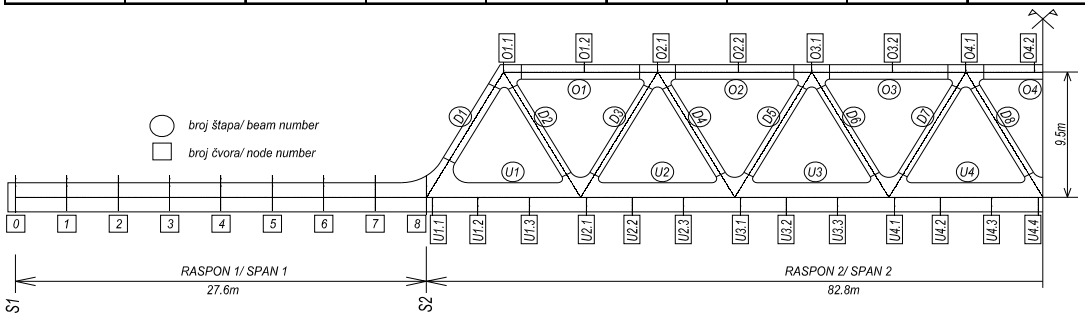
Групе 22

GR22a=1.21x(LM71+LM71)+0.5xTR/BRA+1.0xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	3036.52	-1816.84	275.88	-15531.6	-1911.8	0	0	-94.38	168.19
U1.2	3036.52	-1816.84	1546.38	-9194.79	-1449.58	0	0	-81.07	735.68
U1.3	3036.52	-1816.84	1678.27	-3811.5	-1111.99	0	0	-78.65	796.18
U2.1	6158.9	-2067.89	1304.38	-453.75	-563.86	0	0	-102.85	642.51
U2.2	6158.9	-2067.89	2620.86	-91.96	150.04	0	0	-101.64	601.37
U2.3	6158.9	-2067.89	2620.86	-91.96	659.45	0	0	-104.06	574.75
U3.1	8524.45	-1944.47	886.93	-577.17	-638.88	0	0	-66.55	605
U3.2	8524.45	-1944.47	2589.4	-228.69	66.55	0	0	-65.34	470.69
U3.3	8524.45	-1944.47	2589.4	-228.69	574.75	0	0	-67.76	105.27
U4.1	9674.61	-1850.75	1022.45	-423.5	-627.99	0	0	-19.36	470.69
U4.2	9674.61	-1850.75	2697.09	-151.25	-113.74	0	0	-19.36	342.43
U4.3	9674.61	-1850.75	2697.09	-151.25	93.17	0	0	-19.36	-48.4
U4.4	9674.61	-1850.75	1130.14	-394.46	591.69	0	0	-21.78	-45.98

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1223.31	-3657.83	94.38	-423.5	-43.56	77.44	-123.42	8.47	0
O1.2	1223.31	-3657.83	87.12	-16.94	-43.56	105.27	-107.69	-9.68	0
O2.1	1089	-6694.93	464.64	0	-25.41	90.75	-141.57	10.89	0
O2.2	1089	-6694.93	377.52	-7.26	-25.41	131.89	-162.14	0	0
O3.1	1068.43	-8514.77	619.52	-14.52	-14.52	135.52	-208.12	8.47	0
O3.2	1068.43	-8514.77	551.76	-12.1	-14.52	146.41	-191.18	0	0
O4.1	1026.08	-9116.14	663.08	-19.36	9.68	151.25	-212.96	4.84	0
O4.2	1026.08	-9116.14	600.16	-21.78	-9.68	154.88	-200.86	-4.84	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1266.87	-3926.45	231.11	-1004.3	-91.96	605	-1321.32	185.13	108.9
D2	3844.17	-1148.29	0	0	19.36	50.82	-508.2	-18.15	0
D3	272.25	-3557.4	0	0	20.57	75.02	-498.52	8.47	0
D4	3531.99	-248.05	0	0	12.1	106.48	-542.08	20.57	0
D5	583.22	-2467.19	0	0	13.31	44.77	-480.37	-15.73	0
D6	2491.39	-578.38	0	0	8.47	118.58	-554.18	41.14	0
D7	1063.59	-1687.95	0	0	8.47	75.02	-510.62	-24.2	0
D8	1692.79	-1050.28	0	0	4.84	107.69	-540.87	27.83	0

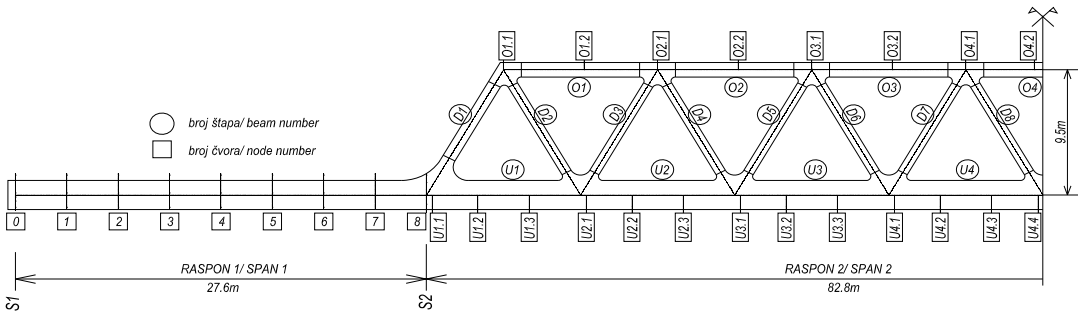


GR22b=1.21x(LM71+SW0)+0.5xTR/BRA+1.0xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	2724.34	-1757.55	279.51	-14581.7	-1876.71	0	0	-91.96	261.36
U1.2	2724.34	-1757.55	1183.38	-8346.58	-1369.72	0	0	-76.23	776.82
U1.3	2724.34	-1757.55	1516.13	-3519.89	-1087.79	0	0	-71.39	824.01
U2.1	5650.7	-1963.83	1122.88	-367.84	-574.75	0	0	-94.38	683.65
U2.2	5650.7	-1963.83	2536.16	-88.33	173.03	0	0	-93.17	670.34
U2.3	5650.7	-1963.83	2536.16	-88.33	643.72	0	0	-94.38	634.04
U3.1	7881.94	-1799.27	843.37	-525.14	-620.73	0	0	-62.92	653.4
U3.2	7881.94	-1799.27	2555.52	-208.12	61.71	0	0	-60.5	561.44
U3.3	7881.94	-1799.27	2555.52	-208.12	568.7	0	0	-64.13	-3.63
U4.1	8975.23	-1664.41	924.44	-375.1	-612.26	0	0	-24.2	540.87
U4.2	8975.23	-1664.41	2630.54	-125.84	-124.63	0	0	-21.78	434.39
U4.3	8975.23	-1664.41	2630.54	-125.84	83.49	0	0	-25.41	-151.25
U4.4	8975.23	-1664.41	1015.19	-353.32	582.01	0	0	-25.41	-148.83

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1171.28	-3436.4	125.84	-254.1	-56.87	87.12	-176.66	7.26	0
O1.2	1171.28	-3436.4	73.81	-9.68	-56.87	128.26	-95.59	-14.52	0
O2.1	989.78	-6276.27	332.75	-56.87	-37.51	88.33	-153.67	13.31	0
O2.2	989.78	-6276.27	286.77	-30.25	-37.51	156.09	-151.25	-6.05	0
O3.1	923.23	-7953.33	458.59	-12.1	-29.04	125.84	-216.59	15.73	0
O3.2	923.23	-7953.33	416.24	-13.31	-22.99	153.67	-173.03	-8.47	0
O4.1	845.79	-8509.93	497.31	-25.41	16.94	134.31	-216.59	13.31	0
O4.2	845.79	-8509.93	452.54	-21.78	-2.42	157.3	-185.13	-13.31	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1220.89	-3769.15	228.69	-983.73	-100.43	471.9	-1345.52	176.66	107.69
D2	3666.3	-1101.1	0	0	16.94	214.17	-310.97	-13.31	0
D3	252.89	-3388	0	0	19.36	196.02	-343.64	4.84	0
D4	3378.32	-232.32	0	0	13.31	416.24	-197.23	20.57	0
D5	519.09	-2429.68	0	0	13.31	283.14	-220.22	-14.52	0
D6	2447.83	-509.41	0	0	9.68	447.7	-181.5	39.93	0
D7	1040.6	-1672.22	0	0	9.68	361.79	-193.6	-21.78	0
D8	1679.48	-1027.29	0	0	6.05	425.92	-180.29	26.62	0

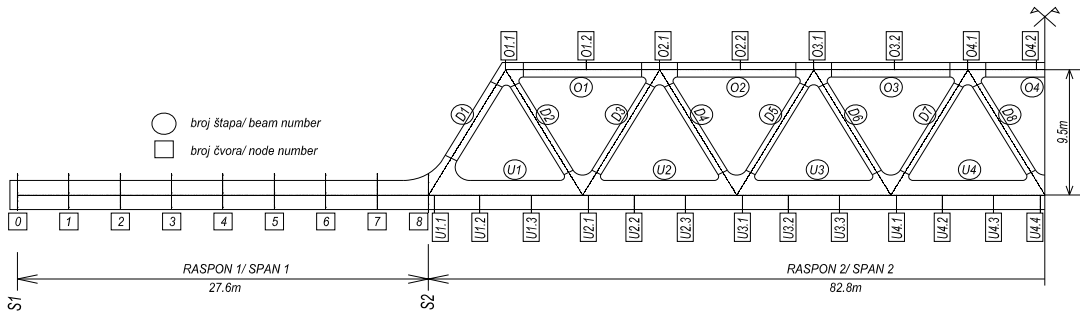


GR22c=1.21x(SW0+LM71)+0.5xTR/BRA+1.0xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	2157.62	-894.38	271.04	-13450.4	-1794.43	0	0	-81.07	-30.25
U1.2	2157.62	-894.38	522.72	-7344.7	-1310.43	0	0	-73.81	762.3
U1.3	2157.62	-894.38	1235.41	-3085.5	-1097.47	0	0	-73.81	751.41
U2.1	4921.89	-1145.48	981.31	-209.33	-575.96	0	0	-93.17	670.34
U2.2	4921.89	-1145.48	2440.57	-42.35	202.07	0	0	-93.17	597.74
U2.3	4921.89	-1145.48	2440.57	-42.35	632.83	0	0	-95.59	561.44
U3.1	7037.77	-1038.59	758.67	-375.1	-596.53	0	0	-60.5	640.09
U3.2	7037.77	-1038.59	2528.9	-181.5	-158.51	0	0	-60.5	503.36
U3.3	7037.77	-1038.59	2528.9	-181.5	562.65	0	0	-62.92	129.47
U4.1	8083.64	-951.9	776.82	-140.36	-594.11	0	0	-21.78	545.71
U4.2	8083.64	-951.9	2607.55	-111.32	-150.04	0	0	-22.99	410.19
U4.3	8083.64	-951.9	2607.55	-111.32	573.54	0	0	-22.99	26.62
U4.4	8083.64	-951.9	828.85	-125.84	573.54	0	0	-25.41	26.62

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1164.02	-3452.13	206.91	-22.99	-39.93	135.52	-123.42	7.26	0
O1.2	1164.02	-3452.13	94.38	2.42	-39.93	91.96	-129.47	-4.84	0
O2.1	948.64	-6115.34	372.68	-104.06	-21.78	114.95	-162.14	7.26	0
O2.2	948.64	-6115.34	376.31	-49.61	-21.78	124.63	-181.5	3.63	0
O3.1	867.57	-7635.1	519.09	-12.1	-20.57	150.04	-183.92	0	0
O3.2	867.57	-7635.1	520.3	-14.52	-20.57	134.31	-196.02	7.26	0
O4.1	748.99	-7993.26	631.62	-31.46	-15.73	156.09	-181.5	-6.05	0
O4.2	748.99	-7993.26	567.49	-25.41	-15.73	146.41	-202.07	6.05	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1171.28	-3477.54	229.9	-968	-131.89	588.06	-1058.75	156.09	96.8
D2	3427.93	-1061.17	0	0	16.94	50.82	-468.27	-12.1	0
D3	177.87	-3188.35	0	0	24.2	71.39	-442.86	8.47	0
D4	3190.77	-174.24	0	0	16.94	89.54	-513.04	18.15	0
D5	463.43	-2381.28	0	0	16.94	35.09	-459.8	-10.89	0
D6	2392.17	-447.7	0	0	13.31	332.75	-399.3	21.78	0
D7	1016.4	-1668.59	0	0	13.31	83.49	-448.91	-19.36	0
D8	1677.06	-1001.88	0	0	9.68	59.29	-515.46	21.78	0



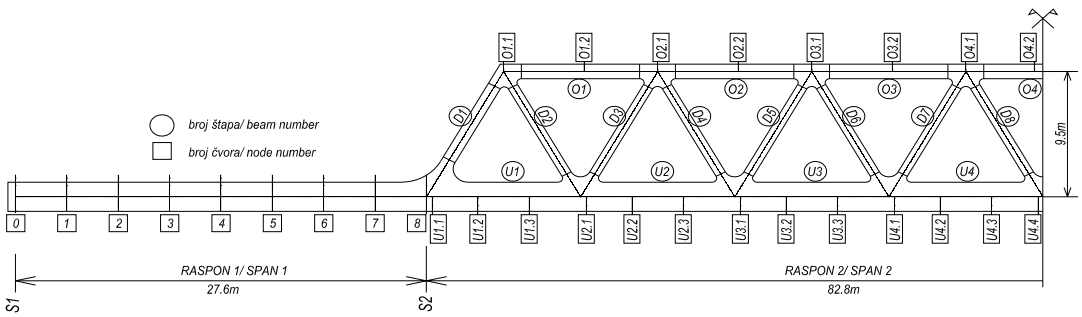
Групе 26

GR26a=1.21xLM71+SW2+1.0xTR/BRA+0.5xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	3914.79	-2605.33	299.24	-15829.4	-2389.25	0	0	-101.87	308.26
U1.2	3914.79	-2605.33	1195.67	-9187.93	-1681.73	0	0	-85.14	856.7
U1.3	3914.79	-2605.33	1300.05	-3768.3	-1320.63	0	0	-82.3	898.12
U2.1	7104.52	-2841.11	1276.36	-371.9	-748.14	0	0	-107.03	727.53
U2.2	7104.52	-2841.11	2568.17	-92.39	244.11	0	0	-104.82	711.81
U2.3	7104.52	-2841.11	2568.17	-92.39	828.85	0	0	-108.82	663.74
U3.1	9404.33	-2566.79	914.28	-540.6	-787.12	0	0	-68.88	675.85
U3.2	9404.33	-2566.79	2589.04	-220.78	-0.36	0	0	-67.67	574.89
U3.3	9404.33	-2566.79	2589.04	-220.78	725.93	0	0	-71.67	12.88
U4.1	10444.06	-2334.88	1061.03	-355.8	-774.23	0	0	-22.89	535.09
U4.2	10444.06	-2334.88	2676.91	-132.12	-184.7	0	0	-22.68	425.87
U4.3	10444.06	-2334.88	2676.91	-132.12	242.3	0	0	-22.68	-130.13
U4.4	10444.06	-2334.88	1159.42	-330.23	740.82	0	0	-26.68	-127.71

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1245.08	-3746.7	142.19	-261.75	-85.56	418.63	-705.79	136.14	0
O1.2	1245.08	-3746.7	84.56	-9.47	-2.56	315.85	-34.42	-4.98	0
O2.1	1050.13	-6855.76	362.32	-67	-78.41	201.84	-202.15	185.66	0
O2.2	1050.13	-6855.76	313.76	-34.63	39.59	495.05	-21.84	69.34	0
O3.1	976.51	-8668.11	499.76	-12.26	-74.52	278.26	-216.28	255.34	0
O3.2	976.51	-8668.11	448.88	-15.05	54.48	522.36	-14.84	110.08	0
O4.1	888.31	-9210.55	533.54	-27.68	-57.32	333.47	-217.91	269.76	0
O4.2	888.31	-9210.55	478.08	-23.89	57.32	502.2	-17.47	110.24	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1294.16	-4017.83	219.3	-1044.18	-107.92	479.13	-1491.08	199.69	100.97
D2	3934.52	-1166.83	0	0	19.1	216.63	-311.51	-12.3	0
D3	263.81	-3609.99	0	0	21.52	204.26	-354.61	3.41	0
D4	3598.73	-242.24	0	0	13.47	455.33	-199.71	22.69	0
D5	508.24	-2529.94	0	0	14.68	300.04	-222.33	-17.48	0
D6	2546.51	-498.19	0	0	10.05	487.27	-183.03	41.84	0
D7	980.89	-1665.64	0	0	9.05	389.13	-194.92	-25.11	0
D8	1671.32	-971.37	0	0	1.63	452.59	-182.03	28.53	0

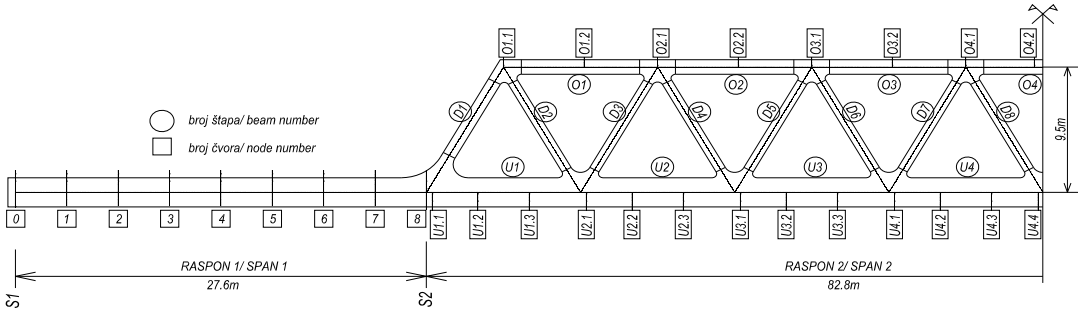


GR26b=SW2+1.21xLM71+1.0xTR/BRA+0.5xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	3888.73	-2646.51	302.64	-16079.2	-1908.55	0	0	-96.51	-9.07
U1.2	3888.73	-2646.51	544.71	-9408.86	-1646.85	0	0	-84.93	810.98
U1.3	3888.73	-2646.51	701.22	-3909.2	-1391.36	0	0	-83.35	834.06
U2.1	7183.88	-2889.28	1272.02	-123.85	-560.72	0	0	-105.82	744.98
U2.2	7183.88	-2889.28	2478.69	-41.57	180.93	0	0	-104.82	661.56
U2.3	7183.88	-2889.28	2478.69	-41.57	638.6	0	0	-111.24	605.01
U3.1	9471.12	-2578.68	855.65	-141.57	-593.76	0	0	-67.67	709.15
U3.2	9471.12	-2578.68	2575.36	-85.91	-165.09	0	0	-67.67	545.8
U3.3	9471.12	-2578.68	2575.36	-85.91	547.82	0	0	-74.09	157.39
U4.1	10450.55	-7294.87	997.42	-84.7	-587.76	0	0	-20.47	585.6
U4.2	10450.55	-7294.87	2662.18	-64.13	-151.04	0	0	-22.68	422.56
U4.3	10450.55	-7294.87	2662.18	-64.13	562.87	0	0	-22.68	14.73
U4.4	10450.55	-7294.87	1082.72	-76.23	562.87	0	0	-29.1	14.73

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1324.23	-4032.13	237.19	-458.75	-53	138.81	-153.63	18.33	0
O1.2	1324.23	-4032.13	104.56	-21.47	-53	118.42	-132.27	-16.7	0
O2.1	1047.87	-7127.17	526.32	-123	-25	119.91	-197.42	20.23	0
O2.2	1047.87	-7127.17	418.76	-57.63	-25	153.84	-185.3	-11.34	0
O3.1	949.92	-8836.66	645.76	-12.26	-22	154.26	-223.84	13.13	0
O3.2	949.92	-8836.66	567.88	-16.05	-22	155.05	-197.34	-7.08	0
O4.1	812.77	-9151.59	696.54	-35.68	-15	142.78	-223.05	8.08	0
O4.2	812.77	-9151.59	604.08	-27.89	-15	170.68	-204.39	-8.08	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1309.71	-4116.62	212.81	-1086.12	-121.04	585.87	-1273.24	188.44	89.93
D2	4024.65	-1183.46	0	0	20.26	47.19	-475.69	-16.85	0
D3	196.44	-3648.41	0	0	22.05	67.76	-470.91	8.06	0
D4	3654.26	-192.81	0	0	14.63	97.15	-499.37	18.88	0
D5	446.98	-2589.25	0	0	14.63	31.73	-457.04	-11.25	0
D6	2599.88	-431.19	0	0	10.42	100.31	-489.15	24.3	0
D7	918.7	-1654.31	0	0	10.42	58.89	-473.7	-19.09	0
D8	1660.47	-916.91	0	0	6.21	92.1	-472.84	48.3	0

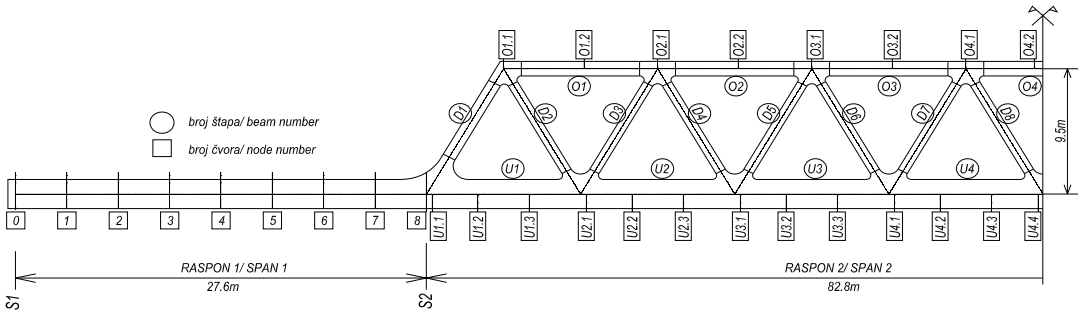


GR26c=1.21xSW0+SW2+1.0xTR/BRA+0.5xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	3926.89	-2573.87	294.4	-13748.2	-2271.88	0	0	-88.56	109.82
U1.2	3926.89	-2573.87	172.01	-7337.84	-1542.58	0	0	-77.88	883.32
U1.3	3926.89	-2573.87	857.19	-3042.3	-1306.11	0	0	-77.46	853.35
U2.1	6704.01	-2755.2	953.29	-127.48	-760.24	0	0	-97.35	755.36
U2.2	6704.01	-2755.2	2387.88	-42.78	296.14	0	0	-96.35	708.18
U2.3	6704.01	-2755.2	2387.88	-42.78	802.23	0	0	-100.35	650.43
U3.1	8668.65	-2411.91	786.02	-338.53	-744.77	0	0	-62.83	710.94
U3.2	8668.65	-2411.91	2528.54	-173.59	-225.42	0	0	-62.83	607.56
U3.3	8668.65	-2411.91	2528.54	-173.59	713.83	0	0	-66.83	37.08
U4.1	9528.09	-2111.03	815.4	-72.66	-740.35	0	0	-25.31	610.11
U4.2	9528.09	-2111.03	2587.37	-92.19	-221	0	0	-26.31	493.63
U4.3	9528.09	-2111.03	2587.37	-92.19	722.67	0	0	-26.31	-55.11
U4.4	9528.09	-2111.03	858.13	-61.61	722.67	0	0	-30.31	-55.11

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1185.79	-3541	254.72	138.76	-81.93	476.71	-705.79	134.93	0
O1.2	1185.79	-3541	91.82	9.89	1.07	302.54	-56.2	-0.14	0
O2.1	909.77	-6276.17	270.36	-171.06	-74.78	226.04	-222.72	182.03	0
O2.2	909.77	-6276.17	312.55	-76.98	43.22	487.79	-41.2	72.97	0
O3.1	775.65	-7788.44	399.33	-9.84	-80.57	292.78	-192.08	246.87	0
O3.2	775.65	-7788.44	417.42	-17.47	48.43	510.26	-19.68	117.34	0
O4.1	611.22	-8087.67	502.08	-39.78	-82.73	338.31	-186.45	258.87	0
O4.2	611.22	-8087.67	445.41	-27.52	51.27	493.73	-18.68	121.13	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1198.57	-3568.92	218.09	-1007.88	-147.85	462.19	-1228.51	170.65	88.87
D2	3518.28	-1079.71	0	0	16.68	216.63	-271.58	-6.25	0
D3	169.43	-3240.94	0	0	25.15	200.63	-298.95	3.41	0
D4	3257.51	-168.43	0	0	18.31	438.39	-170.67	20.27	0
D5	388.45	-2444.03	0	0	18.31	290.36	-201.76	-12.64	0
D6	2447.29	-367.51	0	0	14.89	701.44	-28.15	22.48	0
D7	933.7	-1646.28	0	0	13.89	397.6	-133.21	-20.27	0
D8	1655.59	-922.97	0	0	6.47	404.19	-156.62	22.48	0

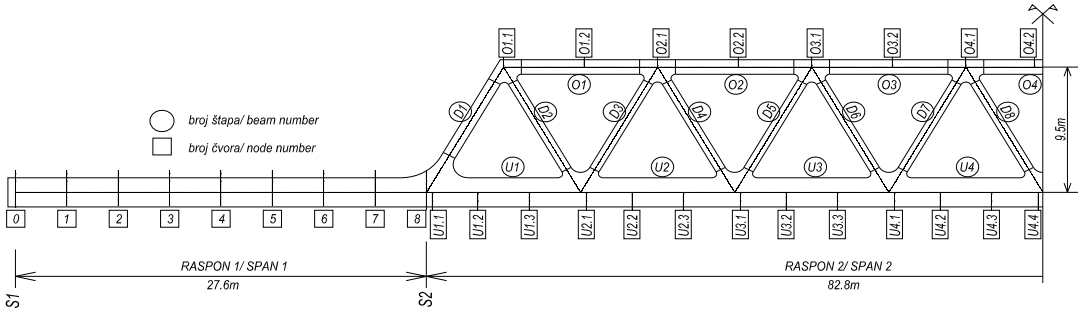


GR26d=SW2+1.21xSW0+1.0xTR/BRA+0.5xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	3576.55	-2587.22	306.27	-15129.3	-1873.46	0	0	-94.09	84.1
U1.2	3576.55	-2587.22	181.71	-8560.65	-1566.99	0	0	-80.09	852.12
U1.3	3576.55	-2587.22	539.08	-3617.59	-1367.16	0	0	-76.09	861.89
U2.1	6675.68	-2785.22	1090.52	-37.94	-571.61	0	0	-97.35	786.12
U2.2	6675.68	-2785.22	2393.99	-37.94	203.92	0	0	-96.35	730.53
U2.3	6675.68	-2785.22	2393.99	-37.94	622.87	0	0	-101.56	664.3
U3.1	8828.61	-2433.48	812.09	-89.54	-575.61	0	0	-64.04	757.55
U3.2	8828.61	-2433.48	2541.48	-65.34	-169.93	0	0	-62.83	636.55
U3.3	8828.61	-2433.48	2541.48	-65.34	541.77	0	0	-70.46	48.49
U4.1	9751.17	-7108.53	899.41	-36.3	-572.03	0	0	-25.31	655.78
U4.2	9751.17	-7108.53	2595.63	-38.72	-161.93	0	0	-25.1	514.52
U4.3	9751.17	-7108.53	2595.63	-38.72	553.19	0	0	-28.73	-88.12
U4.4	9751.17	-7108.53	967.77	-35.09	553.19	0	0	-32.73	-88.12

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1272.2	-3810.7	268.65	-289.35	-66.31	148.49	-206.87	17.12	0
O1.2	1272.2	-3810.7	91.25	-14.21	-66.31	141.41	-120.17	-21.54	0
O2.1	948.65	-6708.51	394.43	-179.87	-37.1	117.49	-209.52	22.65	0
O2.2	948.65	-6708.51	328.01	-80.62	-37.1	178.04	-174.41	-17.39	0
O3.1	804.72	-8275.22	484.83	-9.84	-36.52	144.58	-232.31	20.39	0
O3.2	804.72	-8275.22	432.36	-17.26	-30.47	162.31	-179.19	-15.55	0
O4.1	632.48	-8545.38	530.77	-41.73	-7.74	125.84	-226.68	16.55	0
O4.2	632.48	-8545.38	456.46	-27.89	-7.74	173.1	-188.66	-16.55	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1263.73	-3959.32	210.39	-1065.55	-129.51	452.77	-1297.44	179.97	88.72
D2	3846.78	-1136.27	0	0	17.84	210.54	-278.46	-12.01	0
D3	177.08	-3479.01	0	0	20.84	188.76	-316.03	4.43	0
D4	3500.59	-177.08	0	0	15.84	406.91	-154.52	18.88	0
D5	382.85	-2551.74	0	0	14.63	270.1	-196.89	-10.04	0
D6	2556.32	-362.22	0	0	11.63	429.43	-116.47	23.09	0
D7	895.71	-1638.58	0	0	11.63	345.66	-156.68	-16.67	0
D8	1647.16	-893.92	0	0	7.42	410.33	-112.26	47.09	0



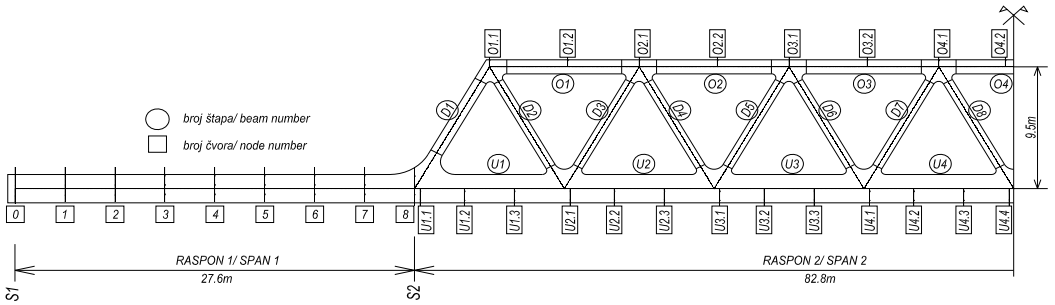
Групе 27

GR27a=1.21xLM71+SW2+0.5xTR/BRA+1.0xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	3121.29	-1811.83	299.24	-15829.4	-2389.25	0	0	-101.87	308.26
U1.2	3121.29	-1811.83	1195.67	-9187.93	-1681.73	0	0	-85.14	856.7
U1.3	3121.29	-1811.83	1300.05	-3768.3	-1320.63	0	0	-82.3	898.12
U2.1	6303.52	-2040.11	1276.36	-371.9	-748.14	0	0	-107.03	727.53
U2.2	6303.52	-2040.11	2568.17	-92.39	244.11	0	0	-104.82	711.81
U2.3	6303.52	-2040.11	2568.17	-92.39	828.85	0	0	-108.82	663.74
U3.1	8701.33	-1863.79	914.28	-540.6	-787.12	0	0	-68.88	675.85
U3.2	8701.33	-1863.79	2589.04	-220.78	-0.36	0	0	-67.67	574.89
U3.3	8701.33	-1863.79	2589.04	-220.78	725.93	0	0	-71.67	12.88
U4.1	9827.56	-1718.38	1061.03	-355.8	-774.23	0	0	-22.89	535.09
U4.2	9827.56	-1718.38	2676.91	-132.12	-184.7	0	0	-22.68	425.87
U4.3	9827.56	-1718.38	2676.91	-132.12	242.3	0	0	-22.68	-130.13
U4.4	9827.56	-1718.38	1159.42	-330.23	740.82	0	0	-26.68	-127.71

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1245.08	-3746.7	142.19	-261.75	-85.56	418.63	-705.79	136.14	0
O1.2	1245.08	-3746.7	84.56	-9.47	-2.56	315.85	-34.42	-4.98	0
O2.1	1050.13	-6855.76	362.32	-67	-78.41	201.84	-202.15	185.66	0
O2.2	1050.13	-6855.76	313.76	-34.63	39.59	495.05	-21.84	69.34	0
O3.1	976.51	-8668.11	499.76	-12.26	-74.52	278.26	-216.28	255.34	0
O3.2	976.51	-8668.11	448.88	-15.05	54.48	522.36	-14.84	110.08	0
O4.1	888.31	-9210.55	533.54	-27.68	-57.32	333.47	-217.91	269.76	0
O4.2	888.31	-9210.55	478.08	-23.89	57.32	502.2	-17.47	110.24	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1294.16	-4017.83	219.3	-1044.18	-107.92	479.13	-1491.08	199.69	100.97
D2	3934.52	-1166.83	0	0	19.1	216.63	-311.51	-12.3	0
D3	263.81	-3609.99	0	0	21.52	204.26	-354.61	3.41	0
D4	3598.73	-242.24	0	0	13.47	455.33	-199.71	22.69	0
D5	508.24	-2529.94	0	0	14.68	300.04	-222.33	-17.48	0
D6	2546.51	-498.19	0	0	10.05	487.27	-183.03	41.84	0
D7	980.89	-1665.64	0	0	9.05	389.13	-194.92	-25.11	0
D8	1671.32	-971.37	0	0	1.63	452.59	-182.03	28.53	0

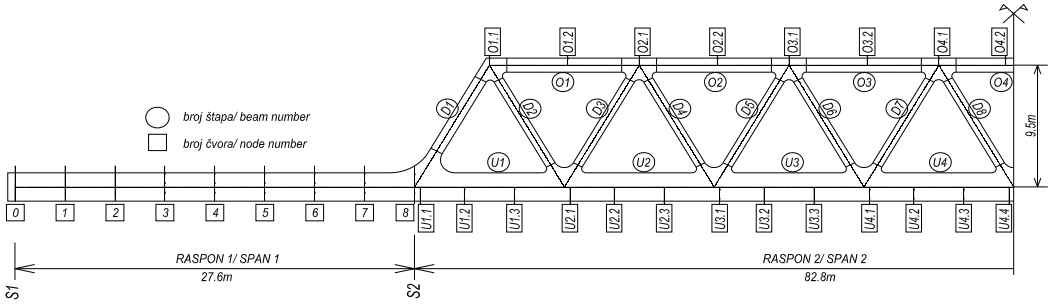


GR76b=SW2+1.21xLM71+0.5xTR/BRA+1.0xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	3095.23	-1853.01	302.64	-16079.2	-1908.55	0	0	-96.51	-9.07
U1.2	3095.23	-1853.01	544.71	-9408.86	-1646.85	0	0	-84.93	810.98
U1.3	3095.23	-1853.01	701.22	-3909.2	-1391.36	0	0	-83.35	834.06
U2.1	6382.88	-2088.28	1272.02	-123.85	-560.72	0	0	-105.82	744.98
U2.2	6382.88	-2088.28	2478.69	-41.57	180.93	0	0	-104.82	661.56
U2.3	6382.88	-2088.28	2478.69	-41.57	638.6	0	0	-111.24	605.01
U3.1	8768.12	-1875.68	855.65	-141.57	-593.76	0	0	-67.67	709.15
U3.2	8768.12	-1875.68	2575.36	-85.91	-165.09	0	0	-67.67	545.8
U3.3	8768.12	-1875.68	2575.36	-85.91	547.82	0	0	-74.09	157.39
U4.1	9834.05	-6678.37	997.42	-84.7	-587.76	0	0	-20.47	585.6
U4.2	9834.05	-6678.37	2662.18	-64.13	-151.04	0	0	-22.68	422.56
U4.3	9834.05	-6678.37	2662.18	-64.13	562.87	0	0	-22.68	14.73
U4.4	9834.05	-6678.37	1082.72	-76.23	562.87	0	0	-29.1	14.73

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1324.23	-4032.13	237.19	-458.75	-53	138.81	-153.63	18.33	0
O1.2	1324.23	-4032.13	104.56	-21.47	-53	118.42	-132.27	-16.7	0
O2.1	1047.87	-7127.17	526.32	-123	-25	119.91	-197.42	20.23	0
O2.2	1047.87	-7127.17	418.76	-57.63	-25	153.84	-185.3	-11.34	0
O3.1	949.92	-8836.66	645.76	-12.26	-22	154.26	-223.84	13.13	0
O3.2	949.92	-8836.66	567.88	-16.05	-22	155.05	-197.34	-7.08	0
O4.1	812.77	-9151.59	696.54	-35.68	-15	142.78	-223.05	8.08	0
O4.2	812.77	-9151.59	604.08	-27.89	-15	170.68	-204.39	-8.08	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1309.71	-4116.62	212.81	-1086.12	-121.04	585.87	-1273.24	188.44	89.93
D2	4024.65	-1183.46	0	0	20.26	47.19	-475.69	-16.85	0
D3	196.44	-3648.41	0	0	22.05	67.76	-470.91	8.06	0
D4	3654.26	-192.81	0	0	14.63	97.15	-499.37	18.88	0
D5	446.98	-2589.25	0	0	14.63	31.73	-457.04	-11.25	0
D6	2599.88	-431.19	0	0	10.42	100.31	-489.15	24.3	0
D7	918.7	-1654.31	0	0	10.42	58.89	-473.7	-19.09	0
D8	1660.47	-916.91	0	0	6.21	92.1	-472.84	48.3	0

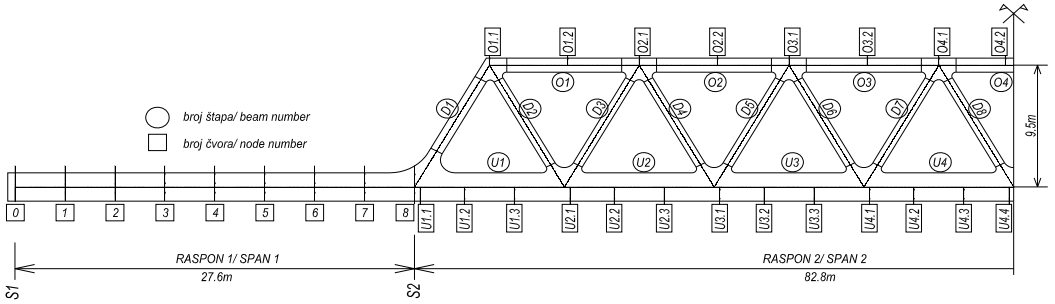


GR27c=1.21xSW0+SW2+0.5xTR/BRA+1.0xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	3133.39	-1780.37	294.4	-13748.2	-2271.88	0	0	-88.56	109.82
U1.2	3133.39	-1780.37	172.01	-7337.84	-1542.58	0	0	-77.88	883.32
U1.3	3133.39	-1780.37	857.19	-3042.3	-1306.11	0	0	-77.46	853.35
U2.1	5903.01	-1954.2	953.29	-127.48	-760.24	0	0	-97.35	755.36
U2.2	5903.01	-1954.2	2387.88	-42.78	296.14	0	0	-96.35	708.18
U2.3	5903.01	-1954.2	2387.88	-42.78	802.23	0	0	-100.35	650.43
U3.1	7965.65	-1708.91	786.02	-338.53	-744.77	0	0	-62.83	710.94
U3.2	7965.65	-1708.91	2528.54	-173.59	-225.42	0	0	-62.83	607.56
U3.3	7965.65	-1708.91	2528.54	-173.59	713.83	0	0	-66.83	37.08
U4.1	8911.59	-1494.53	815.4	-72.66	-740.35	0	0	-25.31	610.11
U4.2	8911.59	-1494.53	2587.37	-92.19	-221	0	0	-26.31	493.63
U4.3	8911.59	-1494.53	2587.37	-92.19	722.67	0	0	-26.31	-55.11
U4.4	8911.59	-1494.53	858.13	-61.61	722.67	0	0	-30.31	-55.11

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1185.79	-3541	254.72	138.76	-81.93	476.71	-705.79	134.93	0
O1.2	1185.79	-3541	91.82	9.89	1.07	302.54	-56.2	-0.14	0
O2.1	909.77	-6276.17	270.36	-171.06	-74.78	226.04	-222.72	182.03	0
O2.2	909.77	-6276.17	312.55	-76.98	43.22	487.79	-41.2	72.97	0
O3.1	775.65	-7788.44	399.33	-9.84	-80.57	292.78	-192.08	246.87	0
O3.2	775.65	-7788.44	417.42	-17.47	48.43	510.26	-19.68	117.34	0
O4.1	611.22	-8087.67	502.08	-39.78	-82.73	338.31	-186.45	258.87	0
O4.2	611.22	-8087.67	445.41	-27.52	51.27	493.73	-18.68	121.13	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1198.57	-3568.92	218.09	-1007.88	-147.85	462.19	-1228.51	170.65	88.87
D2	3518.28	-1079.71	0	0	16.68	216.63	-271.58	-6.25	0
D3	169.43	-3240.94	0	0	25.15	200.63	-298.95	3.41	0
D4	3257.51	-168.43	0	0	18.31	438.39	-170.67	20.27	0
D5	388.45	-2444.03	0	0	18.31	290.36	-201.76	-12.64	0
D6	2447.29	-367.51	0	0	14.89	701.44	-28.15	22.48	0
D7	933.7	-1646.28	0	0	13.89	397.6	-133.21	-20.27	0
D8	1655.59	-922.97	0	0	6.47	404.19	-156.62	22.48	0

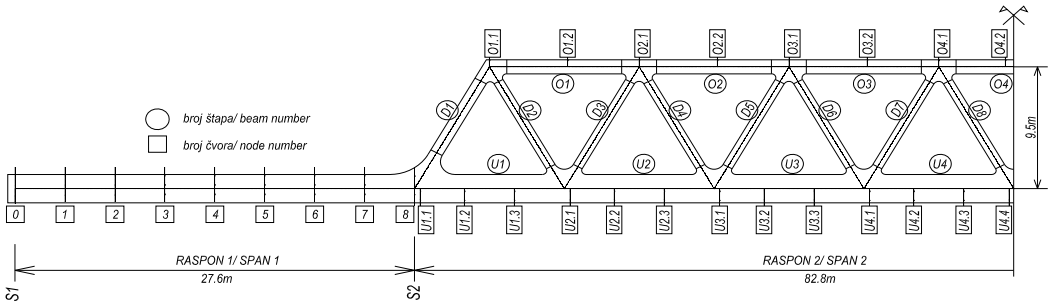


GR27d=SW2+1.21xSW0+0.5xTR/BRA+1.0xNo

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
U1.1	2783.05	-1793.72	306.27	-15129.3	-1873.46	0	0	-94.09	84.1
U1.2	2783.05	-1793.72	181.71	-8560.65	-1566.99	0	0	-80.09	852.12
U1.3	2783.05	-1793.72	539.08	-3617.59	-1367.16	0	0	-76.09	861.89
U2.1	5874.68	-1984.22	1090.52	-37.94	-571.61	0	0	-97.35	786.12
U2.2	5874.68	-1984.22	2393.99	-37.94	203.92	0	0	-96.35	730.53
U2.3	5874.68	-1984.22	2393.99	-37.94	622.87	0	0	-101.56	664.3
U3.1	8125.61	-1730.48	812.09	-89.54	-575.61	0	0	-64.04	757.55
U3.2	8125.61	-1730.48	2541.48	-65.34	-169.93	0	0	-62.83	636.55
U3.3	8125.61	-1730.48	2541.48	-65.34	541.77	0	0	-70.46	48.49
U4.1	9134.67	-6492.03	899.41	-36.3	-572.03	0	0	-25.31	655.78
U4.2	9134.67	-6492.03	2595.63	-38.72	-161.93	0	0	-25.1	514.52
U4.3	9134.67	-6492.03	2595.63	-38.72	553.19	0	0	-28.73	-88.12
U4.4	9134.67	-6492.03	967.77	-35.09	553.19	0	0	-32.73	-88.12

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
O1.1	1272.2	-3810.7	268.65	-289.35	-66.31	148.49	-206.87	17.12	0
O1.2	1272.2	-3810.7	91.25	-14.21	-66.31	141.41	-120.17	-21.54	0
O2.1	948.65	-6708.51	394.43	-179.87	-37.1	117.49	-209.52	22.65	0
O2.2	948.65	-6708.51	328.01	-80.62	-37.1	178.04	-174.41	-17.39	0
O3.1	804.72	-8275.22	484.83	-9.84	-36.52	144.58	-232.31	20.39	0
O3.2	804.72	-8275.22	432.36	-17.26	-30.47	162.31	-179.19	-15.55	0
O4.1	632.48	-8545.38	530.77	-41.73	-7.74	125.84	-226.68	16.55	0
O4.2	632.48	-8545.38	456.46	-27.89	-7.74	173.1	-188.66	-16.55	0

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1
D1	1263.73	-3959.32	210.39	-1065.55	-129.51	452.77	-1297.44	179.97	88.72
D2	3846.78	-1136.27	0	0	17.84	210.54	-278.46	-12.01	0
D3	177.08	-3479.01	0	0	20.84	188.76	-316.03	4.43	0
D4	3500.59	-177.08	0	0	15.84	406.91	-154.52	18.88	0
D5	382.85	-2551.74	0	0	14.63	270.1	-196.89	-10.04	0
D6	2556.32	-362.22	0	0	11.63	429.43	-116.47	23.09	0
D7	895.71	-1638.58	0	0	11.63	345.66	-156.68	-16.67	0
D8	1647.16	-893.92	0	0	7.42	410.33	-112.26	47.09	0



3.2.5 Комбинације оптерећења/ Load combinations

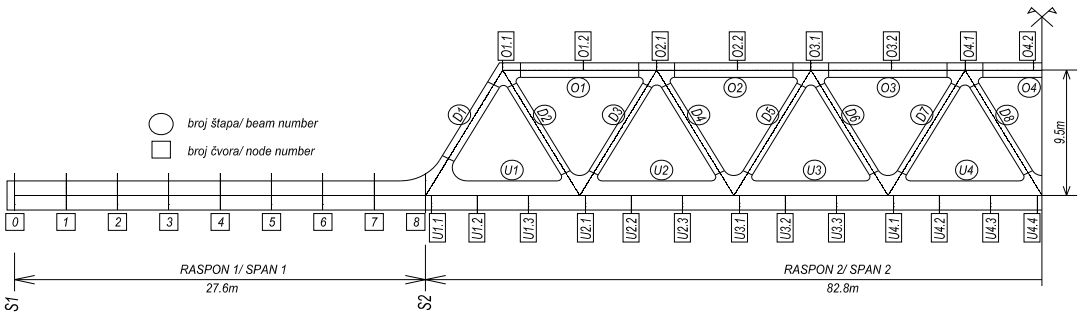
3.2.5.1 Распони 1 и 3/ Spans 1 and 3

Комбинације 1.1

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	25	-25	0	0	-1163	-3312	0	0	6	1334	KOMBINACIJA 1.1.a
1	3.45	216	-216	11252	3862	-1078	-3207	0	0	7	1463	
2	6.9	406	-406	17446	6906	-309	-1934	0	0	8	871	
3	10.35	594	-594	18695	4433	728	-770	0	0	9	518	
4	13.8	784	-784	15164	1144	1852	255	0	0	10	742	
5	17.25	979	-979	7011	-4527	3047	1165	0	0	11	989	
6	20.7	1220	-1220	-4042	-14070	4276	1997	0	0	14	1066	
7	24.15	1479	-1479	-15692	-30982	5579	2778	0	0	18	1468	
8	27.6	1479	-1479	-28313	-53460	6907	3554	132	-132	70	1617	

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	25	-25	0	0	-1163	-3307	0	0	6	1362	KOMBINACIJA 1.1.b
1	3.45	216	-216	11235	3954	-1078	-3202	0	0	7	1729	
2	6.9	406	-406	17359	5522	-309	-1933	0	0	8	1213	
3	10.35	594	-594	18574	4701	728	-754	0	0	9	312	
4	13.8	784	-784	15029	1486	1852	611	0	0	10	698	
5	17.25	979	-979	6965	-4127	3047	1641	0	0	11	952	
6	20.7	1220	-1220	-4374	-13312	4276	2627	0	0	14	1211	
7	24.15	1479	-1479	-15751	-29431	5579	3556	0	0	18	666	
8	27.6	1479	-1479	-28311	-51678	6907	4485	132	-132	70	907	

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	25	-25	0	0	-1203	-3281	0	0	6	1255	KOMBINACIJA 1.1.c
1	3.45	216	-216	11144	4006	-1118	-3175	0	0	7	873	
2	6.9	406	-406	17181	7195	-432	-1906	0	0	8	1030	
3	10.35	594	-594	18347	4868	526	-701	0	0	9	319	
4	13.8	784	-784	14777	1731	1660	346	0	0	10	741	
5	17.25	979	-979	6792	-3781	2901	1279	0	0	11	1022	
6	20.7	1220	-1220	-5051	-12172	4162	2095	0	0	14	1297	
7	24.15	1479	-1479	-16214	-28264	5416	2815	0	0	18	271	
8	27.6	1479	-1479	-28325	-49611	6669	3557	132	-132	70	503	

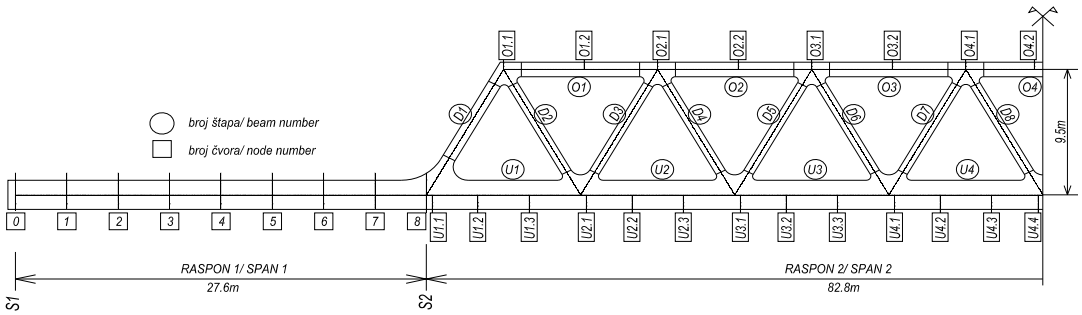


Комбинације 1.2

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	39	-39	0	0	-1163	-3312	0	0	6	1334	KOMBINACIJA 1.2.a
1	3.45	169	-169	11252	3862	-1078	-3207	0	0	7	1463	
2	6.9	288	-288	17446	6906	-309	-1934	0	0	8	871	
3	10.35	399	-399	18695	4433	728	-770	0	0	9	518	
4	13.8	506	-506	15164	1144	1852	255	0	0	10	742	
5	17.25	615	-615	7011	-4527	3047	1165	0	0	11	989	
6	20.7	772	-772	-4042	-14070	4276	1997	0	0	14	1066	
7	24.15	947	-947	-15692	-30982	5579	2778	0	0	18	1468	
8	27.6	947	-947	-28313	-53460	6907	3554	132	-132	70	1617	

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	39	-39	0	0	-1163	-3307	0	0	6	1362	KOMBINACIJA 1.2.b
1	3.45	169	-169	11235	3954	-1078	-3202	0	0	7	1729	
2	6.9	288	-288	17359	5522	-309	-1933	0	0	8	1213	
3	10.35	399	-399	18574	4701	728	-754	0	0	9	312	
4	13.8	506	-506	15029	1486	1852	611	0	0	10	698	
5	17.25	615	-615	6965	-4127	3047	1641	0	0	11	952	
6	20.7	772	-772	-4374	-13312	4276	2627	0	0	14	1211	
7	24.15	947	-947	-15751	-29431	5579	3556	0	0	18	666	
8	27.6	947	-947	-28311	-51678	6907	4485	132	-132	70	907	

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	39	-39	0	0	-1203	-3281	0	0	6	1255	KOMBINACIJA 1.2.b
1	3.45	169	-169	11144	4006	-1118	-3175	0	0	7	873	
2	6.9	288	-288	17181	7195	-432	-1906	0	0	8	1030	
3	10.35	399	-399	18347	4868	526	-701	0	0	9	319	
4	13.8	506	-506	14777	1731	1660	346	0	0	10	741	
5	17.25	615	-615	6792	-3781	2901	1279	0	0	11	1022	
6	20.7	772	-772	-5051	-12172	4162	2095	0	0	14	1297	
7	24.15	947	-947	-16214	-28264	5416	2815	0	0	18	271	
8	27.6	947	-947	-28325	-49611	6669	3557	132	-132	70	503	



Комбинације 1.3

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	12	-12	0	0	-1225	-2912	0	0	0	-109	KOMBINACIJA 1.3.a
1	3.45	153	-153	10273	3998	-1140	-2806	0	0	0	456	
2	6.9	286	-286	15916	5609	-388	-1659	0	0	0	598	
3	10.35	413	-413	17008	4838	581	-585	0	0	0	95	
4	13.8	535	-535	13633	1675	1615	598	0	0	0	-562	
5	17.25	653	-653	5909	-3867	2702	1543	0	0	0	-722	
6	20.7	774	-774	-4980	-12790	3820	2450	0	0	0	-827	
7	24.15	894	-894	-15916	-28079	5002	3325	0	0	0	-179	
8	27.6	894	-894	-28433	-49311	6215	4209	0	0	0	-174	

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	12	-12	0	0	-1259	-2794	0	0	0	-211	KOMBINACIJA 1.3.b
1	3.45	153	-153	9465	4198	-1174	-2688	0	0	0	-265	
2	6.9	286	-286	14559	7307	-489	-1575	0	0	0	374	
3	10.35	413	-413	15427	5443	404	-502	0	0	0	45	
4	13.8	535	-535	12161	2498	1424	450	0	0	0	-567	
5	17.25	653	-653	4990	-2818	2518	1319	0	0	0	-745	
6	20.7	774	-774	-5578	-10950	3628	2101	0	0	0	-823	
7	24.15	894	-894	-16351	-25378	4741	2825	0	0	0	297	
8	27.6	894	-894	-28504	-44320	5853	3575	0	0	0	507	

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	12	-12	0	0	-1258	-2886	0	0	0	-175	KOMBINACIJA 1.3.c
1	3.45	153	-153	10183	4117	-1173	-2780	0	0	0	-32	
2	6.9	286	-286	15697	5849	-490	-1636	0	0	0	730	
3	10.35	413	-413	16720	5198	414	-528	0	0	0	643	
4	13.8	535	-535	13313	2162	1457	673	0	0	0	-560	
5	17.25	653	-653	5728	-3250	2582	1637	0	0	0	-750	
6	20.7	774	-774	-5815	-11219	3725	2531	0	0	0	-1018	
7	24.15	894	-894	-16349	-25830	4867	3355	0	0	0	-1224	
8	27.6	894	-894	-28444	-46125	6018	4212	0	0	0	-1096	

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	12	-12	0	0	-1202	-3017	0	0	0	-214	KOMBINACIJA 1.3.d
1	3.45	153	-153	10227	4079	-1117	-2912	0	0	0	-71	
2	6.9	286	-286	15830	5773	-431	-1692	0	0	0	667	
3	10.35	413	-413	16930	5078	430	-557	0	0	0	606	
4	13.8	535	-535	13519	1989	1474	781	0	0	0	-589	
5	17.25	653	-653	5736	-3497	2652	1766	0	0	0	-766	
6	20.7	774	-774	-6004	-11575	3865	2620	0	0	0	-982	
7	24.15	894	-894	-16341	-26485	5154	3466	0	0	0	-1092	
8	27.6	894	-894	-28429	-47782	6457	4343	0	0	0	-88	

Комбинације 1.4

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	12	-12	0	0	-1335	-2555	0	0	0	-957	KOMBINACIJA 1.4.a
1	3.45	25	-25	8569	4466	-1250	-2429	0	0	0	-814	
2	6.9	30	-30	13010	6547	-573	-1375	0	0	0	143	
3	10.35	30	-30	13593	6237	285	-375	0	0	0	249	
4	13.8	25	-25	10434	3524	1258	513	0	0	0	-312	
5	17.25	17	-17	3752	-1596	2296	1345	0	0	0	-346	
6	20.7	11	-11	-6148	-9524	3352	2104	0	0	0	-393	
7	24.15	5	-5	-16492	-23010	4409	2826	0	0	0	-393	
8	27.6	5	-5	-28594	-40733	5512	3582	0	0	0	-161	

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	24	-24	0	0	-1259	-2794	0	0	0	-211	KOMBINACIJA 1.4.b
1	3.45	113	-113	9465	4198	-1174	-2688	0	0	0	-265	
2	6.9	188	-188	14559	7307	-489	-1575	0	0	0	374	
3	10.35	251	-251	15427	5443	404	-502	0	0	0	45	
4	13.8	305	-305	12161	2498	1424	450	0	0	0	-567	
5	17.25	353	-353	4990	-2818	2518	1319	0	0	0	-745	
6	20.7	403	-403	-5578	-10950	3628	2101	0	0	0	-823	
7	24.15	454	-454	-16351	-25378	4741	2825	0	0	0	297	
8	27.6	454	-454	-28504	-44320	5853	3575	0	0	0	507	

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	24	-24	0	0	-1258	-2886	0	0	0	-175	KOMBINACIJA 1.4.c
1	3.45	113	-113	10183	4117	-1173	-2780	0	0	0	-32	
2	6.9	188	-188	15697	5849	-490	-1636	0	0	0	730	
3	10.35	251	-251	16720	5198	414	-528	0	0	0	643	
4	13.8	305	-305	13313	2162	1457	673	0	0	0	-560	
5	17.25	353	-353	5728	-3250	2582	1637	0	0	0	-750	
6	20.7	403	-403	-5815	-11219	3725	2531	0	0	0	-1018	
7	24.15	454	-454	-16349	-25830	4867	3355	0	0	0	-1224	
8	27.6	454	-454	-28444	-46125	6018	4212	0	0	0	-1096	

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	
0	0	24	-24	0	0	-1202	-3017	0	0	0	-214	KOMBINACIJA 1.4.d
1	3.45	113	-113	10227	4079	-1117	-2912	0	0	0	-71	
2	6.9	188	-188	15830	5773	-431	-1692	0	0	0	667	
3	10.35	251	-251	16930	5078	430	-557	0	0	0	606	
4	13.8	305	-305	13519	1989	1474	781	0	0	0	-589	
5	17.25	353	-353	5736	-3497	2652	1766	0	0	0	-766	
6	20.7	403	-403	-6004	-11575	3865	2620	0	0	0	-982	
7	24.15	454	-454	-16341	-26485	5154	3466	0	0	0	-1092	
8	27.6	454	-454	-28429	-47782	6457	4343	0	0	0	-88	

3.2.5.2 Распон 2/ Span 2

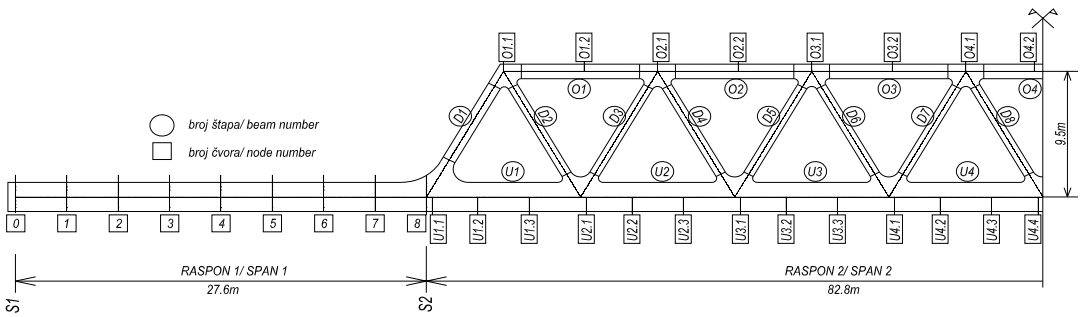
Комбинације 1.1

KOMBINACIJA 1.1.a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	9270.154	-50904.3	6623.96	-74.25	189.726	450.4255
U1.2	9047.404	-27654.7	5159.791	0	136.6765	1070.111
U1.3	8891.029	-10113.7	3927.186	0	138.7925	1375.861
U2.1	19788.76	4671.901	1425.322	0	149.1325	1169.24
U2.2	19741.51	7812.372	432.358	0	147.378	889.5365
U2.3	19666.13	7481.397	1901.953	0	150.887	1025.088
U3.1	28278.4	1782.324	1880.676	0	96.4975	1093.25
U3.2	28326.78	7185.955	314.8975	0	94.743	696.0005
U3.3	28368.4	7476.88	1430.538	0	98.252	325.4415
U4.1	32511.33	3600.628	1695.086	0	28.072	866.1005
U4.2	32534.96	8477.531	225.673	0	28.072	498.4135
U4.3	32551.83	8434.106	794.0465	0	28.072	249.73
U4.4	32551.83	3759.778	1622.351	0	31.581	246.221

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-11246.6	-834.125	163.062	-461.409	144.1315	0
O1.2	-11246.6	501.624	117.162	541.5915	174.236	0
O2.1	-22424.7	1236.678	175.8945	-666.977	214.9905	0
O2.2	-22424.7	1338.504	105.6945	753.7405	222	0
O3.1	-28782.1	1891.904	134.454	-896.674	251.8315	0
O3.2	-28782.1	1870.602	46.704	855.6445	250.35	0
O4.1	-30958.8	1833.566	96.386	-958.892	260.068	0
O4.2	-30958.8	1967.782	18.086	889.376	260.068	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-12298.7	-2658.86	271.042	-3393.04	396.036	161.28
D2	11861.37	-264.6	86.122	-1641.84	128.43	0
D3	-12469.3	240.3	93.2765	-1540.73	89.274	0
D4	12164.34	-25.65	62.095	-1642.14	112.209	0
D5	-7657.35	-14.85	47.6495	-1325.86	83.361	0
D6	7479.216	-13.5	36.5815	-1449.99	119.523	0
D7	-3970.48	56.7	33.8815	-1383	97.485	0
D8	3732.021	33.75	23.218	-1423.94	101.841	0

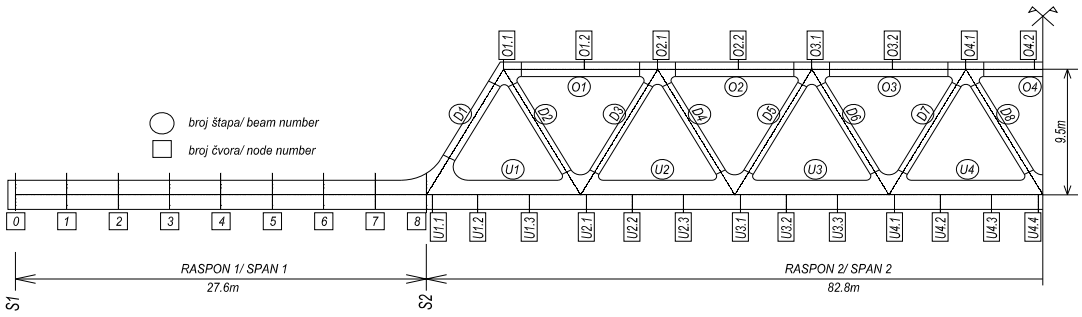


KOMBINACIJA 1.1.b

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	8817.493	-49527	6573.08	-74.25	186.217	585.522
U1.2	8594.743	-26424.8	5043.994	0	129.6585	1129.764
U1.3	8438.368	-9690.84	3892.096	0	128.2655	1416.215
U2.1	19051.87	4408.726	1441.113	0	136.851	1228.893
U2.2	19004.62	7689.557	465.6935	0	135.0965	989.543
U2.3	18929.24	7358.582	1879.144	0	136.851	1111.058
U3.1	27346.76	1719.162	1854.359	0	91.234	1163.43
U3.2	27395.14	7136.829	307.8795	0	87.725	827.588
U3.3	27436.76	7427.754	1421.765	0	92.9885	178.0635
U4.1	31497.23	3458.513	1672.277	0	35.09	967.8615
U4.2	31520.86	8381.033	241.4635	0	31.581	631.7555
U4.3	31537.73	8337.608	780.0105	0	36.8445	398.8625
U4.4	31537.73	3593.101	1608.315	0	36.8445	395.3535

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10925.6	-588.495	182.3615	-538.607	142.377	0
O1.2	-10925.6	482.3245	136.4615	574.927	181.254	0
O2.1	-21817.7	1045.438	193.4395	-684.522	218.4995	0
O2.2	-21817.7	1206.917	123.2395	788.8305	230.7725	0
O3.1	-27968	1658.556	155.508	-908.956	262.3585	0
O3.2	-27968	1674.098	58.9855	866.1715	262.6315	0
O4.1	-30079.8	1593.2	106.913	-964.156	272.3495	0
O4.2	-30079.8	1753.733	7.559	892.885	272.3495	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-12070.6	-2629.03	283.3235	-3428.13	385.872	159.5255
D2	11603.46	-264.6	82.613	-1355.86	122.622	0
D3	-12223.7	240.3	91.522	-1316.15	84.918	0
D4	11941.51	-25.65	63.8495	-1142.11	112.209	0
D5	-7602.96	-14.85	47.6495	-948.644	81.909	0
D6	7416.054	-13.5	38.336	-909.6	118.071	0
D7	-3947.67	56.7	35.636	-923.32	94.581	0
D8	3712.721	33.75	24.9725	-901.096	100.389	0

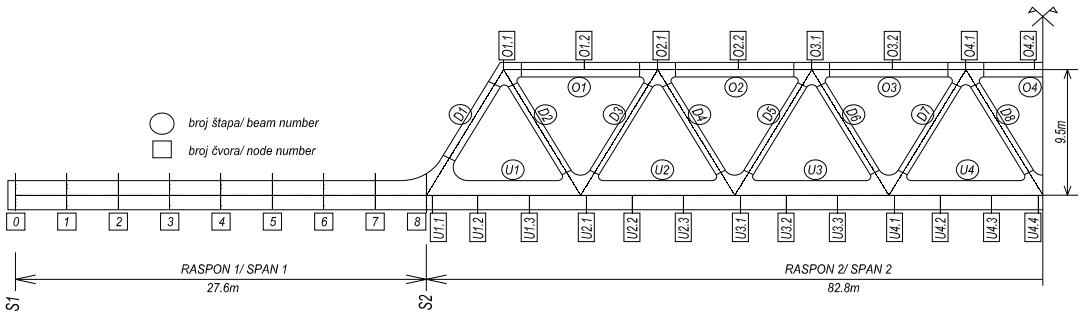


KOMBINACIJA 1.1.c

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	9287.699	-47886.5	6453.774	-74.25	170.4265	250.4125
U1.2	9064.949	-24972	4958.024	0	126.1495	1108.71
U1.3	8908.574	-9060.98	3906.132	0	131.7745	1310.945
U2.1	19208.02	4203.45	1442.867	0	135.0965	1209.593
U2.2	19160.77	7550.952	507.8015	0	135.0965	884.273
U2.3	19085.39	7219.977	1863.354	0	138.6055	1005.788
U3.1	27211.67	1596.347	1819.269	0	87.725	1144.131
U3.2	27260.04	7098.23	448.2395	0	87.725	743.372
U3.3	27301.67	7389.155	1412.993	0	91.234	360.5315
U4.1	31183.18	3244.464	1645.96	0	31.581	974.8795
U4.2	31206.8	8347.698	278.308	0	33.3355	596.6655
U4.3	31223.68	8304.273	1490.583	0	33.3355	218.149
U4.4	31223.68	3322.908	1596.033	0	36.8445	218.149

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10948.4	-253.386	157.7985	-461.409	142.377	0
O1.2	-10948.4	512.151	111.8985	522.292	167.218	0
O2.1	-21584.3	1103.336	170.631	-696.803	209.727	0
O2.2	-21584.3	1336.75	100.431	743.2135	227.2635	0
O3.1	-27506.5	1746.281	143.2265	-861.584	239.55	0
O3.2	-27506.5	1824.985	55.4765	838.0995	260.877	0
O4.1	-29330.7	1787.949	105.1585	-913.275	261.8225	0
O4.2	-29330.7	1920.411	26.8585	877.0945	261.8225	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11647.8	-2606.23	328.9405	-3012.31	361.188	143.735
D2	11257.82	-264.6	82.613	-1583.94	121.17	0
D3	-11934.2	240.3	98.54	-1460.02	89.274	0
D4	11669.57	-25.65	69.113	-1600.03	109.305	0
D5	-7532.78	-14.85	52.913	-1296.04	77.553	0
D6	7335.347	-13.5	43.5995	-1225.41	96.291	0
D7	-3942.41	56.7	40.8995	-1293.52	91.677	0
D8	3709.212	33.75	30.236	-1387.09	94.581	0



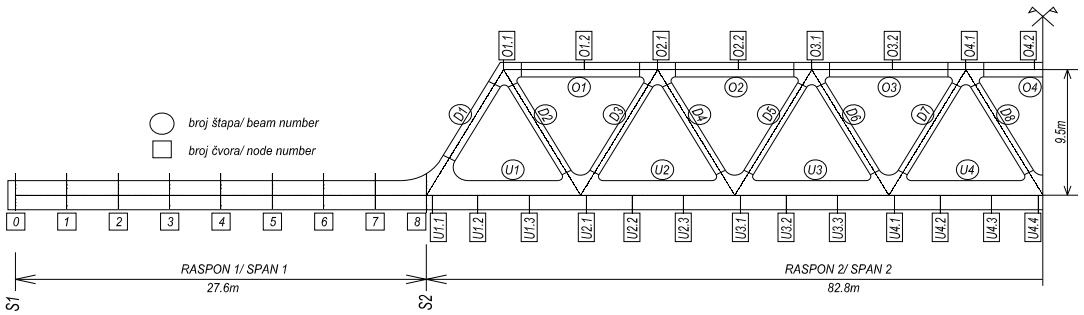
Комбинације 1.2

KOMBINACIJA 1.2.a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	8119.579	-50904.3	6623.96	-74.25	189.726	450.4255
U1.2	7896.829	-27654.7	5159.791	0	136.6765	1070.111
U1.3	7740.454	-10113.7	3927.186	0	138.7925	1375.861
U2.1	18627.31	4671.901	1425.322	0	149.1325	1169.24
U2.2	18580.06	7812.372	432.358	0	147.378	889.5365
U2.3	18504.68	7481.397	1901.953	0	150.887	1025.088
U3.1	27259.05	1782.324	1880.676	0	96.4975	1093.25
U3.2	27307.43	7185.955	314.8975	0	94.743	696.0005
U3.3	27349.05	7476.88	1430.538	0	98.252	325.4415
U4.1	31617.41	3600.628	1695.086	0	28.072	866.1005
U4.2	31641.03	8477.531	225.673	0	28.072	498.4135
U4.3	31657.91	8434.106	794.0465	0	28.072	249.73
U4.4	31657.91	3759.778	1622.351	0	31.581	246.221

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-11246.6	-834.125	163.062	-461.409	144.1315	0
O1.2	-11246.6	501.624	117.162	541.5915	174.236	0
O2.1	-22424.7	1236.678	175.8945	-666.977	214.9905	0
O2.2	-22424.7	1338.504	105.6945	753.7405	222	0
O3.1	-28782.1	1891.904	134.454	-896.674	251.8315	0
O3.2	-28782.1	1870.602	46.704	855.6445	250.35	0
O4.1	-30958.8	1833.566	96.386	-958.892	260.068	0
O4.2	-30958.8	1967.782	18.086	889.376	260.068	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-12298.7	-2658.86	271.042	-3393.04	396.036	161.28
D2	11861.37	-264.6	86.122	-1641.84	128.43	0
D3	-12469.3	240.3	93.2765	-1540.73	89.274	0
D4	12164.34	-25.65	62.095	-1642.14	112.209	0
D5	-7657.35	-14.85	47.6495	-1325.86	83.361	0
D6	7479.216	-13.5	36.5815	-1449.99	119.523	0
D7	-3970.48	56.7	33.8815	-1383	97.485	0
D8	3732.021	33.75	23.218	-1423.94	101.841	0

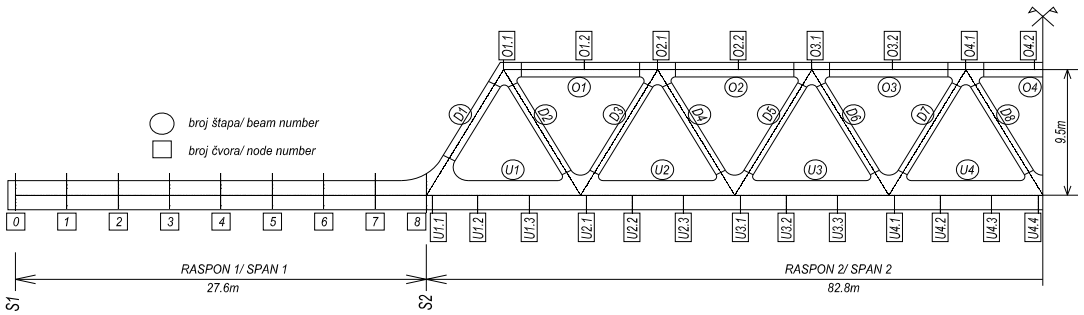


KOMBINACIJA 1.2.b

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	7666.918	-49527	6573.08	-74.25	186.217	585.522
U1.2	7444.168	-26424.8	5043.994	0	129.6585	1129.764
U1.3	7287.793	-9690.84	3892.096	0	128.2655	1416.215
U2.1	17890.42	4408.726	1441.113	0	136.851	1228.893
U2.2	17843.17	7689.557	465.6935	0	135.0965	989.543
U2.3	17767.79	7358.582	1879.144	0	136.851	1111.058
U3.1	26327.41	1719.162	1854.359	0	91.234	1163.43
U3.2	26375.79	7136.829	307.8795	0	87.725	827.588
U3.3	26417.41	7427.754	1421.765	0	92.9885	178.0635
U4.1	30603.31	3458.513	1672.277	0	35.09	967.8615
U4.2	30626.93	8381.033	241.4635	0	31.581	631.7555
U4.3	30643.81	8337.608	780.0105	0	36.8445	398.8625
U4.4	30643.81	3593.101	1608.315	0	36.8445	395.3535

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10925.6	-588.495	182.3615	-538.607	142.377	0
O1.2	-10925.6	482.3245	136.4615	574.927	181.254	0
O2.1	-21817.7	1045.438	193.4395	-684.522	218.4995	0
O2.2	-21817.7	1206.917	123.2395	788.8305	230.7725	0
O3.1	-27968	1658.556	155.508	-908.956	262.3585	0
O3.2	-27968	1674.098	58.9855	866.1715	262.6315	0
O4.1	-30079.8	1593.2	106.913	-964.156	272.3495	0
O4.2	-30079.8	1753.733	7.559	892.885	272.3495	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-12070.6	-2629.03	283.3235	-3428.13	385.872	159.5255
D2	11603.46	-264.6	82.613	-1355.86	122.622	0
D3	-12223.7	240.3	91.522	-1316.15	84.918	0
D4	11941.51	-25.65	63.8495	-1142.11	112.209	0
D5	-7602.96	-14.85	47.6495	-948.644	81.909	0
D6	7416.054	-13.5	38.336	-909.6	118.071	0
D7	-3947.67	56.7	35.636	-923.32	94.581	0
D8	3712.721	33.75	24.9725	-901.096	100.389	0

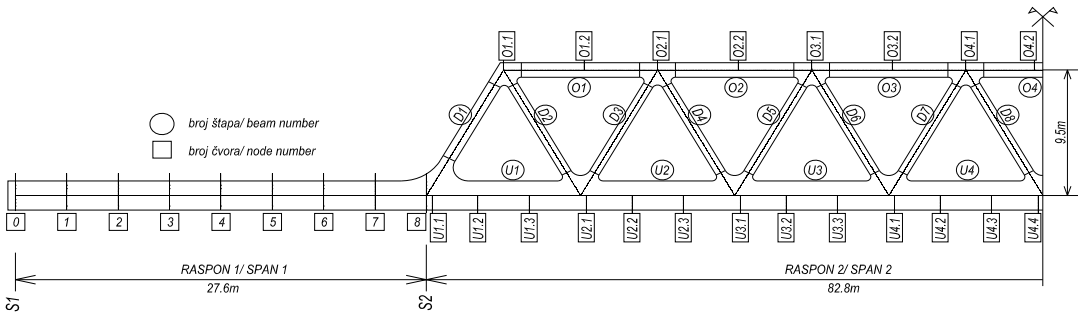


KOMBINACIJA 1.2.c

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	6845.174	-47886.5	6453.774	-74.25	170.4265	250.4125
U1.2	6622.424	-24972	4958.024	0	126.1495	1108.71
U1.3	6466.049	-9060.98	3906.132	0	131.7745	1310.945
U2.1	16833.64	4203.45	1442.867	0	135.0965	1209.593
U2.2	16786.39	7550.952	507.8015	0	135.0965	884.273
U2.3	16711.02	7219.977	1863.354	0	138.6055	1005.788
U3.1	25103.37	1596.347	1819.269	0	87.725	1144.131
U3.2	25151.74	7098.23	448.2395	0	87.725	743.372
U3.3	25193.37	7389.155	1412.993	0	91.234	360.5315
U4.1	29310.5	3244.464	1645.96	0	31.581	974.8795
U4.2	29334.13	8347.698	278.308	0	33.3355	596.6655
U4.3	29351	8304.273	1490.583	0	33.3355	218.149
U4.4	29351	3322.908	1596.033	0	36.8445	218.149

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10948.4	-253.386	157.7985	-461.409	142.377	0
O1.2	-10948.4	512.151	111.8985	522.292	167.218	0
O2.1	-21584.3	1103.336	170.631	-696.803	209.727	0
O2.2	-21584.3	1336.75	100.431	743.2135	227.2635	0
O3.1	-27506.5	1746.281	143.2265	-861.584	239.55	0
O3.2	-27506.5	1824.985	55.4765	838.0995	260.877	0
O4.1	-29330.7	1787.949	105.1585	-913.275	261.8225	0
O4.2	-29330.7	1920.411	26.8585	877.0945	261.8225	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11647.8	-2606.23	328.9405	-3012.31	361.188	143.735
D2	11257.82	-264.6	82.613	-1583.94	121.17	0
D3	-11934.2	240.3	98.54	-1460.02	89.274	0
D4	11669.57	-25.65	69.113	-1600.03	109.305	0
D5	-7532.78	-14.85	52.913	-1296.04	77.553	0
D6	7335.347	-13.5	43.5995	-1225.41	96.291	0
D7	-3942.41	56.7	40.8995	-1293.52	91.677	0
D8	3709.212	33.75	30.236	-1387.09	94.581	0



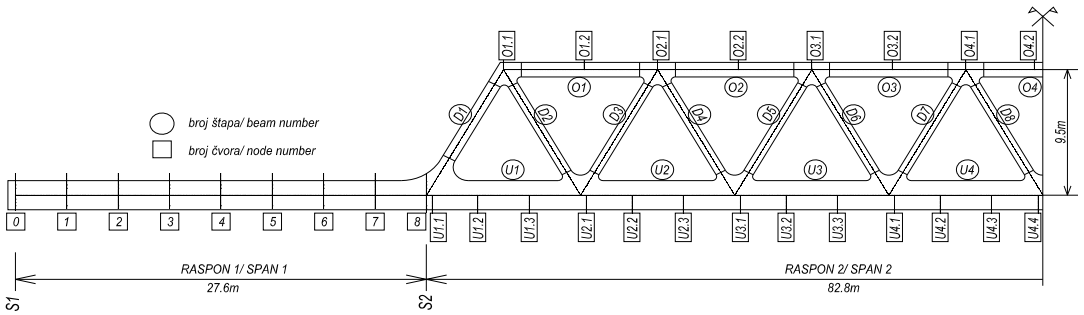
Комбинације 1.3

KOMBINACIJA 1.3.a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	7706.748	-47294.4	6705.45	0	122.244	576.462
U1.2	7706.748	-25308.4	5069.226	0	102.168	1031.415
U1.3	7706.748	-9095.46	3897.306	0	98.76	1299.144
U2.1	18035.57	4309.932	1502.118	0	128.436	1110.636
U2.2	18035.57	7083.804	505.482	0	125.784	871.722
U2.3	18035.57	6751.704	1940.37	0	130.584	988.188
U3.1	26102.8	1587.786	1898.844	0	82.656	1027.02
U3.2	26102.8	6525.798	218.832	0	81.204	703.368
U3.3	26102.8	6813.348	1468.266	0	86.004	188.256
U4.1	29913.97	3376.686	1713.576	0	27.468	825.708
U4.2	29913.97	7761.042	282.39	0	27.216	512.934
U4.3	29913.97	7716.492	949.71	0	27.216	335.706
U4.4	29913.97	3495.504	1653.384	0	32.016	332.802

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10372.4	-534.15	202.572	-1129.4	295.218	0
O1.2	-10372.4	476.772	57.072	767.97	166.176	0
O2.1	-20897.9	997.734	233.142	-704.28	421.992	0
O2.2	-20897.9	1167.612	116.358	1156.56	305.208	0
O3.1	-26821.6	1593.312	202.824	-854.436	545.958	0
O3.2	-26821.6	1609.206	91.026	1270.182	382.446	0
O4.1	-28780.7	1512.348	151.134	-911.592	576.762	0
O4.2	-28780.7	1671.246	72.834	1267.44	385.338	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11331.1	-2447.77	267.204	-3067.3	379.758	121.164
D2	10949.12	-264.6	80.97	-1191.01	103.41	0
D3	-11605.9	240.3	89.274	-1170.28	74.202	0
D4	11325.43	-25.65	60.714	-1045.15	106.878	0
D5	-7098.98	-14.85	45.966	-843.246	77.586	0
D6	6906.762	-13.5	36.36	-831.186	112.488	0
D7	-3517.22	56.7	32.46	-840.504	90.702	0
D8	3279.684	33.75	18.156	-829.986	94.806	0

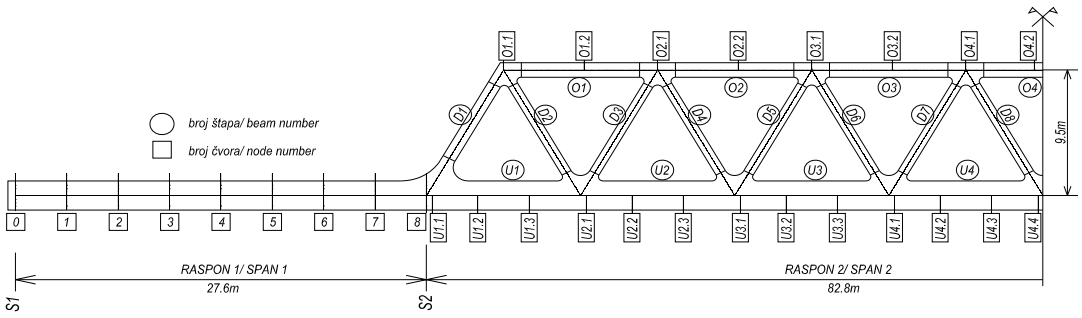


KOMBINACIJA 1.3.b

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	7675.476	-47594.2	6128.61	0	115.812	217.434
U1.2	7675.476	-25573.5	5027.37	0	101.916	976.551
U1.3	7675.476	-9264.54	3982.182	0	100.02	1222.272
U2.1	18130.81	4304.724	1277.214	0	126.984	1131.576
U2.2	18130.81	6976.428	429.666	0	125.784	811.422
U2.3	18130.81	6644.328	1712.07	0	133.488	917.712
U3.1	26182.94	1517.43	1666.812	0	81.204	1066.98
U3.2	26182.94	6509.382	416.508	0	81.204	668.46
U3.3	26182.94	6796.932	1254.534	0	88.908	361.668
U4.1	29921.76	3300.354	1489.812	0	24.564	886.32
U4.2	29921.76	7743.366	241.998	0	27.216	508.962
U4.3	29921.76	7698.816	1334.394	0	27.216	197.226
U4.4	29921.76	3403.464	1439.844	0	34.92	197.226

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10715	-770.55	163.5	-466.806	153.846	0
O1.2	-10715	500.772	117.6	531.054	180.24	0
O2.1	-21223.6	1194.534	169.05	-698.604	223.476	0
O2.2	-21223.6	1293.612	98.85	747.108	235.608	0
O3.1	-27023.9	1768.512	139.8	-863.508	255.306	0
O3.2	-27023.9	1752.006	52.05	829.41	258.846	0
O4.1	-28710	1707.948	100.35	-917.76	262.746	0
O4.2	-28710	1822.446	22.05	869.616	262.746	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11449.6	-2498.09	282.948	-2805.89	366.258	107.916
D2	11057.28	-264.6	82.362	-1388.03	108.87	0
D3	-11652	240.3	89.91	-1309.84	79.782	0
D4	11392.06	-25.65	62.106	-1404.74	102.306	0
D5	-7170.15	-14.85	45.906	-1124.9	70.11	0
D6	6970.806	-13.5	36.804	-1198.53	91.44	0
D7	-3503.62	56.7	34.104	-1175.04	83.478	0
D8	3266.664	33.75	23.652	-1178.96	118.53	0

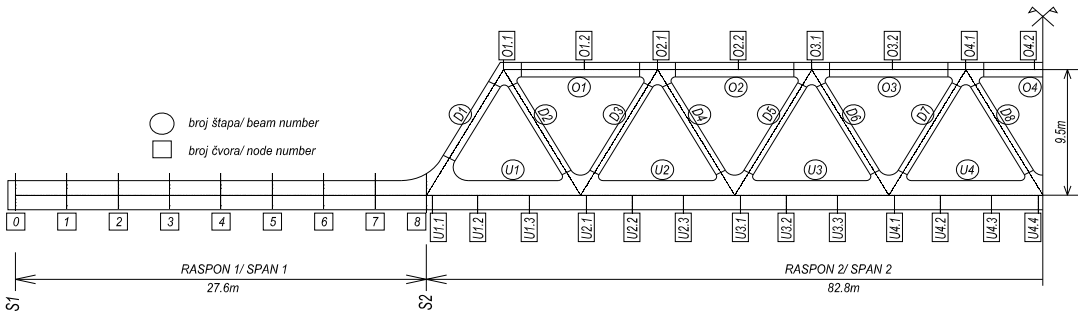


KOMBINACIJA 1.3.c

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	7721.268	-44797	6564.606	0	106.272	338.334
U1.2	7721.268	-23088.3	4902.246	0	93.456	1063.359
U1.3	7721.268	-8224.26	3879.882	0	92.952	1245.42
U2.1	17554.96	3922.248	1516.638	0	116.82	1144.032
U2.2	17554.96	6867.456	567.918	0	115.62	867.366
U2.3	17554.96	6535.356	1908.426	0	120.42	972.216
U3.1	25219.98	1433.874	1848.024	0	75.396	1069.128
U3.2	25219.98	6453.198	488.904	0	75.396	742.572
U3.3	25219.98	6740.748	1453.746	0	80.196	217.296
U4.1	28814.81	3081.93	1672.92	0	30.372	915.732
U4.2	28814.81	7653.594	325.95	0	31.572	594.246
U4.3	28814.81	7609.044	1526.154	0	31.572	245.682
U4.4	28814.81	3133.956	1631.604	0	36.372	245.682

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10125.6	-53.538	198.216	-1129.4	293.766	0
O1.2	-10125.6	485.484	55.284	751.998	160.368	0
O2.1	-20202.4	887.382	228.786	-728.964	417.636	0
O2.2	-20202.4	1166.16	120.714	1147.848	309.564	0
O3.1	-25766	1472.796	210.084	-825.396	535.794	0
O3.2	-25766	1571.454	83.766	1255.662	391.158	0
O4.1	-27433.3	1474.596	181.626	-873.84	563.694	0
O4.2	-27433.3	1632.042	65.574	1257.276	398.406	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-10792.4	-2404.21	315.12	-2752.21	344.91	106.644
D2	10449.64	-264.6	78.066	-1143.1	96.15	0
D3	-11163.1	240.3	93.63	-1103.49	74.202	0
D4	10915.96	-25.65	66.522	-1010.3	103.974	0
D5	-6995.89	-14.85	50.322	-818.562	71.778	0
D6	6787.698	-13.5	42.168	-645.33	89.256	0
D7	-3493.99	56.7	38.268	-766.452	84.894	0
D8	3260.808	33.75	23.964	-799.494	87.546	0

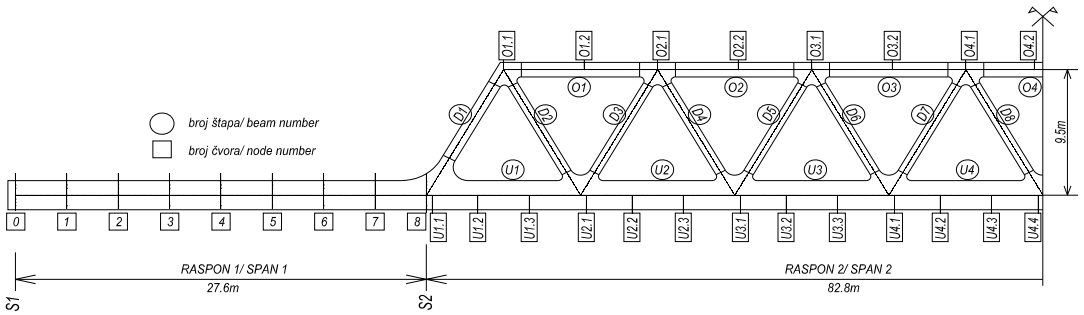


KOMBINACIJA 1.3.d

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	7300.86	-46454.4	6086.502	0	112.908	307.47
U1.2	7300.86	-24555.6	4931.538	0	96.108	1025.919
U1.3	7300.86	-8914.61	3953.142	0	91.308	1255.668
U2.1	17520.97	4086.924	1290.282	0	116.82	1180.944
U2.2	17520.97	6874.788	457.254	0	115.62	894.186
U2.3	17520.97	6542.688	1693.194	0	121.872	988.86
U3.1	25411.93	1465.158	1645.032	0	76.848	1125.06
U3.2	25411.93	6468.726	422.316	0	75.396	777.36
U3.3	25411.93	6756.276	1247.274	0	84.552	230.988
U4.1	29082.5	3182.742	1470.936	0	30.372	970.536
U4.2	29082.5	7663.506	255.066	0	30.12	619.314
U4.3	29082.5	7618.956	1322.778	0	34.476	285.294
U4.4	29082.5	3265.524	1428.228	0	39.276	285.294

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10449.2	-567.27	179.472	-530.694	152.394	0
O1.2	-10449.2	484.8	133.572	558.642	186.048	0
O2.1	-20721.2	1036.266	183.57	-713.124	226.38	0
O2.2	-20721.2	1184.712	113.37	776.148	242.868	0
O3.1	-26350.2	1575.396	157.224	-873.672	264.018	0
O3.2	-26350.2	1589.382	62.214	838.122	269.01	0
O4.1	-27982.5	1509.024	91.638	-922.116	272.91	0
O4.2	-27982.5	1645.302	13.338	872.52	272.91	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11260.9	-2473.41	293.112	-2834.93	356.094	106.464
D2	10843.84	-264.6	79.458	-1151.35	103.062	0
D3	-11448.8	240.3	88.458	-1123.99	75.426	0
D4	11207.66	-25.65	63.558	-990.924	102.306	0
D5	-7125.14	-14.85	45.906	-812.718	68.658	0
D6	6918.534	-13.5	38.256	-751.314	89.988	0
D7	-3484.75	56.7	35.556	-794.616	80.574	0
D8	3250.692	33.75	25.104	-746.262	117.078	0



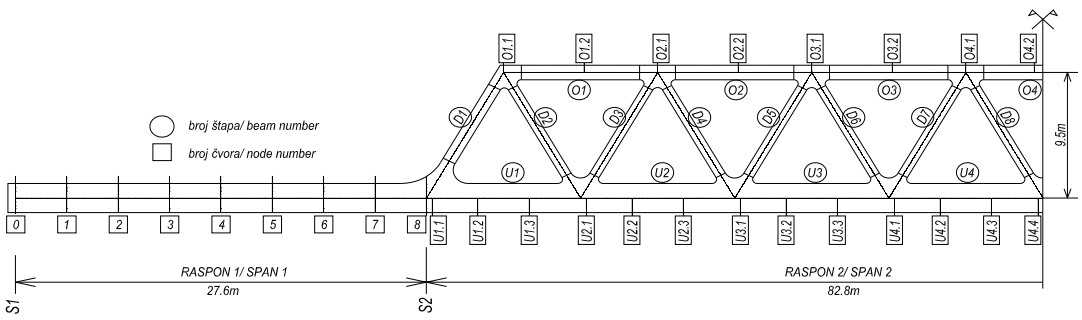
Комбинације 1.4

KOMBINACIJA 1.4.a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	6754.548	-47294.4	6705.45	0	122.244	576.462
U1.2	6754.548	-25308.4	5069.226	0	102.168	1031.415
U1.3	6754.548	-9095.46	3897.306	0	98.76	1299.144
U2.1	17074.37	4309.932	1502.118	0	128.436	1110.636
U2.2	17074.37	7083.804	505.482	0	125.784	871.722
U2.3	17074.37	6751.704	1940.37	0	130.584	988.188
U3.1	25259.2	1587.786	1898.844	0	82.656	1027.02
U3.2	25259.2	6525.798	218.832	0	81.204	703.368
U3.3	25259.2	6813.348	1468.266	0	86.004	188.256
U4.1	29174.17	3376.686	1713.576	0	27.468	825.708
U4.2	29174.17	7761.042	282.39	0	27.216	512.934
U4.3	29174.17	7716.492	949.71	0	27.216	335.706
U4.4	29174.17	3495.504	1653.384	0	32.016	332.802

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10372.4	-534.15	202.572	-1129.4	295.218	0
O1.2	-10372.4	476.772	57.072	767.97	166.176	0
O2.1	-20897.9	997.734	233.142	-704.28	421.992	0
O2.2	-20897.9	1167.612	116.358	1156.56	305.208	0
O3.1	-26821.6	1593.312	202.824	-854.436	545.958	0
O3.2	-26821.6	1609.206	91.026	1270.182	382.446	0
O4.1	-28780.7	1512.348	151.134	-911.592	576.762	0
O4.2	-28780.7	1671.246	72.834	1267.44	385.338	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11331.1	-2447.77	267.204	-3067.3	379.758	121.164
D2	10949.12	-264.6	80.97	-1191.01	103.41	0
D3	-11605.9	240.3	89.274	-1170.28	74.202	0
D4	11325.43	-25.65	60.714	-1045.15	106.878	0
D5	-7098.98	-14.85	45.966	-843.246	77.586	0
D6	6906.762	-13.5	36.36	-831.186	112.488	0
D7	-3517.22	56.7	32.46	-840.504	90.702	0
D8	3279.684	33.75	18.156	-829.986	94.806	0

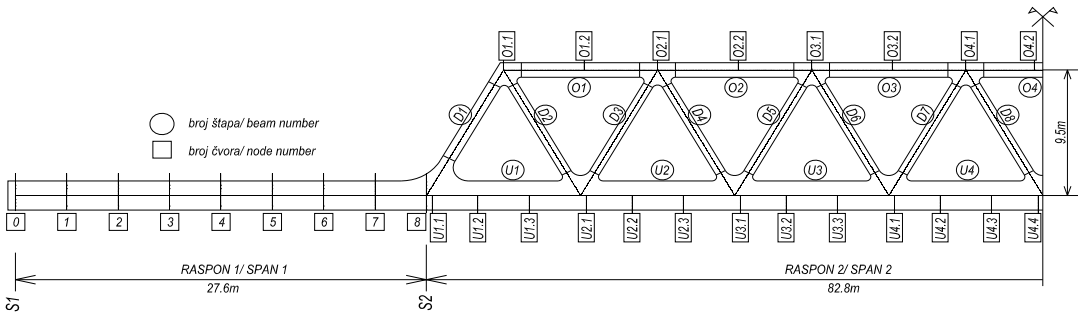


KOMBINACIJA 1.4.b

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	6723.276	-47594.2	6128.61	0	115.812	217.434
U1.2	6723.276	-25573.5	5027.37	0	101.916	976.551
U1.3	6723.276	-9264.54	3982.182	0	100.02	1222.272
U2.1	17169.61	4304.724	1277.214	0	126.984	1131.576
U2.2	17169.61	6976.428	429.666	0	125.784	811.422
U2.3	17169.61	6644.328	1712.07	0	133.488	917.712
U3.1	25339.34	1517.43	1666.812	0	81.204	1066.98
U3.2	25339.34	6509.382	416.508	0	81.204	668.46
U3.3	25339.34	6796.932	1254.534	0	88.908	361.668
U4.1	29181.96	3300.354	1489.812	0	24.564	886.32
U4.2	29181.96	7743.366	241.998	0	27.216	508.962
U4.3	29181.96	7698.816	1334.394	0	27.216	197.226
U4.4	29181.96	3403.464	1439.844	0	34.92	197.226

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10715	-770.55	163.5	-466.806	153.846	0
O1.2	-10715	500.772	117.6	531.054	180.24	0
O2.1	-21223.6	1194.534	169.05	-698.604	223.476	0
O2.2	-21223.6	1293.612	98.85	747.108	235.608	0
O3.1	-27023.9	1768.512	139.8	-863.508	255.306	0
O3.2	-27023.9	1752.006	52.05	829.41	258.846	0
O4.1	-28710	1707.948	100.35	-917.76	262.746	0
O4.2	-28710	1822.446	22.05	869.616	262.746	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11449.6	-2498.09	282.948	-2805.89	366.258	107.916
D2	11057.28	-264.6	82.362	-1388.03	108.87	0
D3	-11652	240.3	89.91	-1309.84	79.782	0
D4	11392.06	-25.65	62.106	-1404.74	102.306	0
D5	-7170.15	-14.85	45.906	-1124.9	70.11	0
D6	6970.806	-13.5	36.804	-1198.53	91.44	0
D7	-3503.62	56.7	34.104	-1175.04	83.478	0
D8	3266.664	33.75	23.652	-1178.96	118.53	0

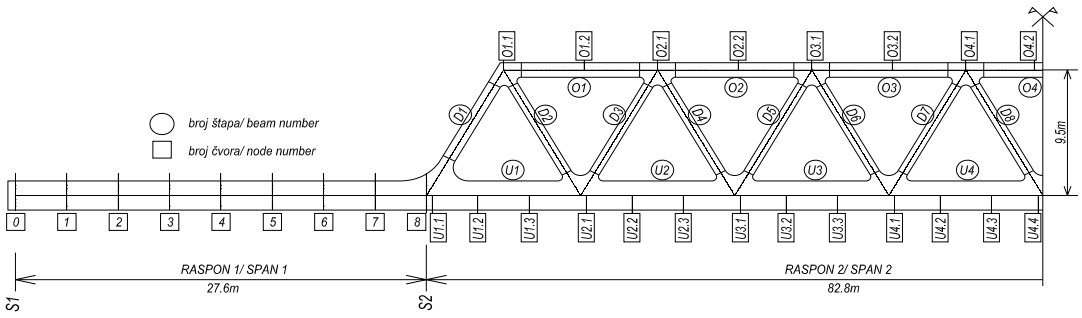


KOMBINACIJA 1.4.c

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	6769.068	-44797	6564.606	0	106.272	338.334
U1.2	6769.068	-23088.3	4902.246	0	93.456	1063.359
U1.3	6769.068	-8224.26	3879.882	0	92.952	1245.42
U2.1	16593.76	3922.248	1516.638	0	116.82	1144.032
U2.2	16593.76	6867.456	567.918	0	115.62	867.366
U2.3	16593.76	6535.356	1908.426	0	120.42	972.216
U3.1	24376.38	1433.874	1848.024	0	75.396	1069.128
U3.2	24376.38	6453.198	488.904	0	75.396	742.572
U3.3	24376.38	6740.748	1453.746	0	80.196	217.296
U4.1	28075.01	3081.93	1672.92	0	30.372	915.732
U4.2	28075.01	7653.594	325.95	0	31.572	594.246
U4.3	28075.01	7609.044	1526.154	0	31.572	245.682
U4.4	28075.01	3133.956	1631.604	0	36.372	245.682

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10125.6	-53.538	198.216	-1129.4	293.766	0
O1.2	-10125.6	485.484	55.284	751.998	160.368	0
O2.1	-20202.4	887.382	228.786	-728.964	417.636	0
O2.2	-20202.4	1166.16	120.714	1147.848	309.564	0
O3.1	-25766	1472.796	210.084	-825.396	535.794	0
O3.2	-25766	1571.454	83.766	1255.662	391.158	0
O4.1	-27433.3	1474.596	181.626	-873.84	563.694	0
O4.2	-27433.3	1632.042	65.574	1257.276	398.406	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-10792.4	-2404.21	315.12	-2752.21	344.91	106.644
D2	10449.64	-264.6	78.066	-1143.1	96.15	0
D3	-11163.1	240.3	93.63	-1103.49	74.202	0
D4	10915.96	-25.65	66.522	-1010.3	103.974	0
D5	-6995.89	-14.85	50.322	-818.562	71.778	0
D6	6787.698	-13.5	42.168	-645.33	89.256	0
D7	-3493.99	56.7	38.268	-766.452	84.894	0
D8	3260.808	33.75	23.964	-799.494	87.546	0

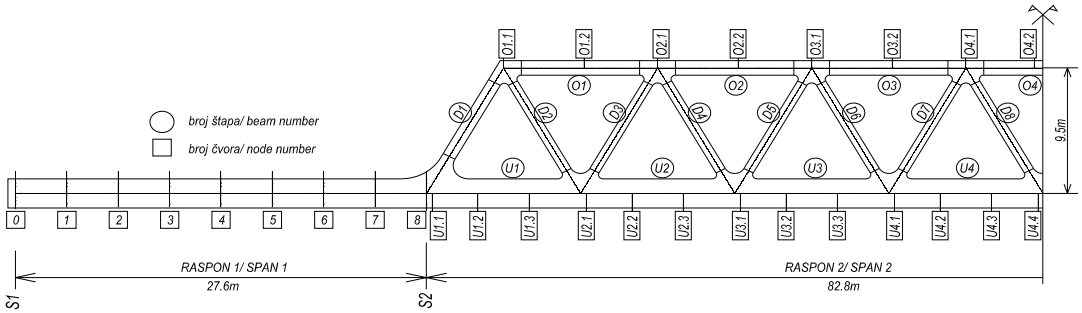


KOMBINACIJA 1.4.d

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	6348.66	-46454.4	6086.502	0	112.908	307.47
U1.2	6348.66	-24555.6	4931.538	0	96.108	1025.919
U1.3	6348.66	-8914.61	3953.142	0	91.308	1255.668
U2.1	16559.77	4086.924	1290.282	0	116.82	1180.944
U2.2	16559.77	6874.788	457.254	0	115.62	894.186
U2.3	16559.77	6542.688	1693.194	0	121.872	988.86
U3.1	24568.33	1465.158	1645.032	0	76.848	1125.06
U3.2	24568.33	6468.726	422.316	0	75.396	777.36
U3.3	24568.33	6756.276	1247.274	0	84.552	230.988
U4.1	28342.7	3182.742	1470.936	0	30.372	970.536
U4.2	28342.7	7663.506	255.066	0	30.12	619.314
U4.3	28342.7	7618.956	1322.778	0	34.476	285.294
U4.4	28342.7	3265.524	1428.228	0	39.276	285.294

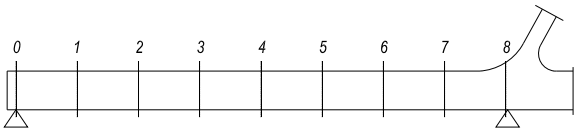
	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10449.2	-567.27	179.472	-530.694	152.394	0
O1.2	-10449.2	484.8	133.572	558.642	186.048	0
O2.1	-20721.2	1036.266	183.57	-713.124	226.38	0
O2.2	-20721.2	1184.712	113.37	776.148	242.868	0
O3.1	-26350.2	1575.396	157.224	-873.672	264.018	0
O3.2	-26350.2	1589.382	62.214	838.122	269.01	0
O4.1	-27982.5	1509.024	91.638	-922.116	272.91	0
O4.2	-27982.5	1645.302	13.338	872.52	272.91	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11260.9	-2473.41	293.112	-2834.93	356.094	106.464
D2	10843.84	-264.6	79.458	-1151.35	103.062	0
D3	-11448.8	240.3	88.458	-1123.99	75.426	0
D4	11207.66	-25.65	63.558	-990.924	102.306	0
D5	-7125.14	-14.85	45.906	-812.718	68.658	0
D6	6918.534	-13.5	38.256	-751.314	89.988	0
D7	-3484.75	56.7	35.556	-794.616	80.574	0
D8	3250.692	33.75	25.104	-746.262	117.078	0

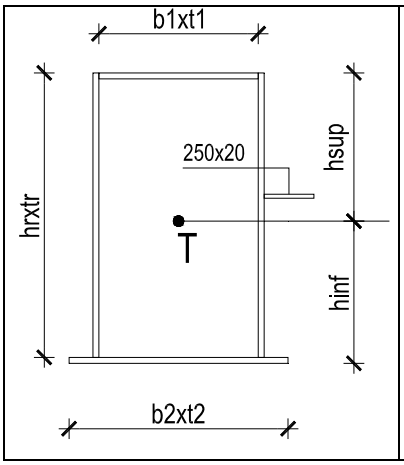


4. НАПОНИ/ STRESSES

4.1 Распони 1 и 3/ Spans 1 and 3



4.1.1 Геометријске карактеристике пресека/ Section properties



	Штап 0-6	Штап 6-7	Штап 7-8
b1 (mm)	900	900	900
t1 (mm)	25	40	50
b2 (mm)	1200	1200	1200
t2 (mm)	20	35	50
hr (mm)	2175	2190	2200
tr (mm)	16	25	40
hsup (mm)	-1108	-1132	-1170
hinf (mm)	1087	1093	1080
A(cm2)	1385	1925	2860
Iy (cm4)	8925739	13708879	19768920
Wysup (cm3)	-80528	-121060	-169008
Wyinf (cm3)	82144	125470	182995
Iz (cm4)	2454311	3267773	5102347
Wz (cm3)	40905	85039	85039

4.1.2 Комбинације 1.1/ Load combinations 1.1

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	25	-25	0	0	-1163	-3312	0	0	6	1334	KOMBINACIJA 1.1.a	-0.02	0.02	6.91	2.11	0
1	3.45	216	-216	11252	3862	-1078	-3207	0	0	7	1463		-15.25	14.58	6.96	2.32	1
2	6.9	406	-406	17446	6906	-309	-1934	0	0	8	871		-23.71	22.67	4.18	1.39	2
3	10.35	594	-594	18695	4433	728	-770	0	0	9	518		-25.53	24.42	1.87	0.83	3
4	13.8	784	-784	15164	1144	1852	255	0	0	10	742		-20.95	20.05	3.86	1.19	4
5	17.25	979	-979	7011	-4527	3047	1165	0	0	11	989		-10.19	9.77	5.98	1.58	5
6	20.7	1220	-1220	-4042	-14070	4276	1997	0	0	14	1066		19.84	-19.00	7.89	1.71	6
7	24.15	1479	-1479	-15692	-30982	5579	2778	0	0	18	1468		26.36	-25.46	6.64	1.47	7
8	27.6	1479	-1479	-28313	-53460	6907	3554	132	-132	70	1617		32.30	-29.89	4.99	1.08	8

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	25	-25	0	0	-1163	-3307	0	0	6	1362	KOMBINACIJA 1.1.b	-0.02	0.02	6.95	2.16	0
1	3.45	216	-216	11235	3954	-1078	-3202	0	0	7	1729		-15.23	14.56	7.37	2.74	1
2	6.9	406	-406	17359	5522	-309	-1933	0	0	8	1213		-23.59	22.55	4.72	1.93	2
3	10.35	594	-594	18574	4701	728	-754	0	0	9	312		-25.37	24.26	1.55	0.51	3
4	13.8	784	-784	15029	1486	1852	611	0	0	10	698		-20.77	19.88	3.79	1.12	4
5	17.25	979	-979	6965	-4127	3047	1641	0	0	11	952		-10.13	9.71	5.93	1.52	5
6	20.7	1220	-1220	-4374	-13312	4276	2627	0	0	14	1211		18.83	-18.03	8.12	1.94	6
7	24.15	1479	-1479	-15751	-29431	5579	3556	0	0	18	666		25.08	-24.22	5.85	0.68	7
8	27.6	1479	-1479	-28311	-51678	6907	4485	132	-132	70	907		31.25	-28.91	4.56	0.65	8

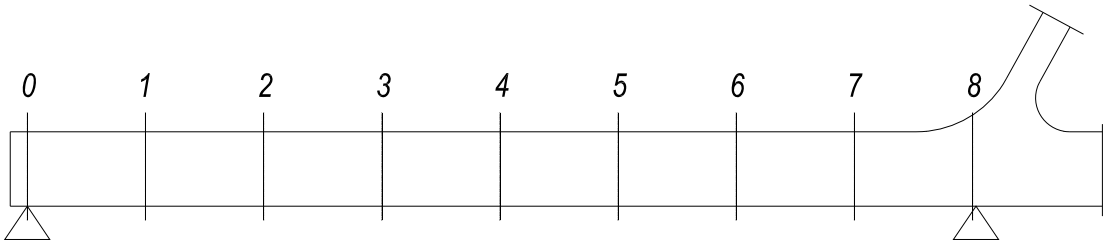
		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	25	-25	0	0	-1203	-3281	0	0	6	1255	KOMBINACIJA 1.1.c	-0.02	0.02	6.74	1.99	0
1	3.45	216	-216	11144	4006	-1118	-3175	0	0	7	873		-15.11	14.44	5.99	1.39	1
2	6.9	406	-406	17181	7195	-432	-1906	0	0	8	1030		-23.35	22.33	4.39	1.64	2
3	10.35	594	-594	18347	4868	526	-701	0	0	9	319		-25.07	23.97	1.27	0.52	3
4	13.8	784	-784	14777	1731	1660	346	0	0	10	741		-20.44	19.55	3.58	1.19	4
5	17.25	979	-979	6792	-3781	2901	1279	0	0	11	1022		-9.89	9.49	5.82	1.63	5
6	20.7	1220	-1220	-5051	-12172	4162	2095	0	0	14	1297		17.30	-16.57	8.09	2.07	6
7	24.15	1479	-1479	-16214	-28264	5416	2815	0	0	18	271		24.12	-23.29	5.31	0.29	7
8	27.6	1479	-1479	-28325	-49611	6669	3557	132	-132	70	503		30.03	-27.78	4.18	0.41	8

4.1.3 Комбинације 1.2/ Load combinations 1.2

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	39	-39	0	0	-1163	-3312	0	0	6	1334	KOMBINACIJA 1.2.a	-0.03	0.03	6.91	2.11	0
1	3.45	169	-169	11252	3862	-1078	-3207	0	0	7	1463		-15.21	14.54	6.96	2.32	1
2	6.9	288	-288	17446	6906	-309	-1934	0	0	8	871		-23.61	22.57	4.18	1.39	2
3	10.35	399	-399	18695	4433	728	-770	0	0	9	518		-25.37	24.26	1.87	0.83	3
4	13.8	506	-506	15164	1144	1852	255	0	0	10	742		-20.73	19.83	3.86	1.19	4
5	17.25	615	-615	7011	-4527	3047	1165	0	0	11	989		-9.89	9.47	5.98	1.58	5
6	20.7	772	-772	-4042	-14070	4276	1997	0	0	14	1066		19.48	-18.64	7.89	1.71	6
7	24.15	947	-947	-15692	-30982	5579	2778	0	0	18	1468		26.08	-25.18	6.64	1.47	7
8	27.6	947	-947	-28313	-53460	6907	3554	132	-132	70	1617		32.12	-29.70	4.99	1.08	8

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	39	-39	0	0	-1163	-3307	0	0	6	1362	KOMBINACIJA 1.2.b	-0.03	0.03	6.95	2.16	0
1	3.45	169	-169	11235	3954	-1078	-3202	0	0	7	1729		-15.19	14.52	7.37	2.74	1
2	6.9	288	-288	17359	5522	-309	-1933	0	0	8	1213		-23.49	22.46	4.72	1.93	2
3	10.35	399	-399	18574	4701	728	-754	0	0	9	312		-25.21	24.10	1.55	0.51	3
4	13.8	506	-506	15029	1486	1852	611	0	0	10	698		-20.55	19.65	3.79	1.12	4
5	17.25	615	-615	6965	-4127	3047	1641	0	0	11	952		-9.83	9.42	5.93	1.52	5
6	20.7	772	-772	-4374	-13312	4276	2627	0	0	14	1211		18.46	-17.67	8.12	1.94	6
7	24.15	947	-947	-15751	-29431	5579	3556	0	0	18	666		24.80	-23.95	5.85	0.68	7
8	27.6	947	-947	-28311	-51678	6907	4485	132	-132	70	907		31.06	-28.73	4.56	0.65	8

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	39	-39	0	0	-1203	-3281	0	0	6	1255	KOMBINACIJA 1.2.b	-0.03	0.03	6.74	1.99	0
1	3.45	169	-169	11144	4006	-1118	-3175	0	0	7	873		-15.07	14.40	5.99	1.39	1
2	6.9	288	-288	17181	7195	-432	-1906	0	0	8	1030		-23.26	22.23	4.39	1.64	2
3	10.35	399	-399	18347	4868	526	-701	0	0	9	319		-24.91	23.81	1.27	0.52	3
4	13.8	506	-506	14777	1731	1660	346	0	0	10	741		-20.21	19.33	3.58	1.19	4
5	17.25	615	-615	6792	-3781	2901	1279	0	0	11	1022		-9.60	9.19	5.82	1.63	5
6	20.7	772	-772	-5051	-12172	4162	2095	0	0	14	1297		16.93	-16.21	8.09	2.07	6
7	24.15	947	-947	-16214	-28264	5416	2815	0	0	18	271		23.84	-23.02	5.31	0.29	7
8	27.6	947	-947	-28325	-49611	6669	3557	132	-132	70	503		29.84	-27.60	4.18	0.41	8



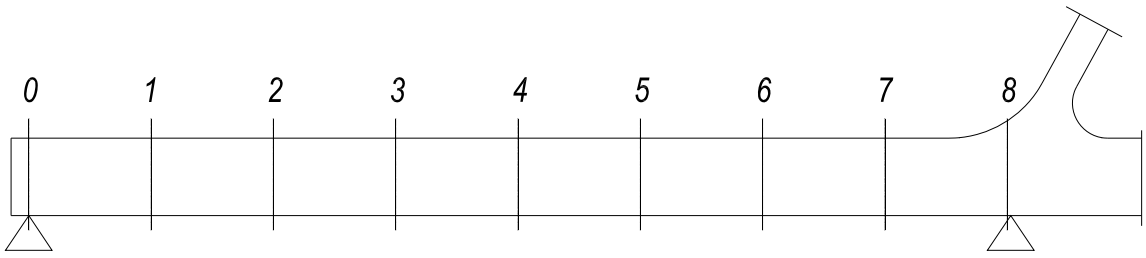
4.1.4 Комбинације 1.3/ Load combinations 1.3

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	12	-12	0	0	-1225	-2912	0	0	0	-109	KOMBINACIJA 1.3.a	-0.01	0.01	4.40	0.17	0
1	3.45	153	-153	10273	3998	-1140	-2806	0	0	0	456		-13.89	13.28	4.80	0.72	1
2	6.9	286	-286	15916	5609	-388	-1659	0	0	0	598		-21.56	20.61	3.35	0.94	2
3	10.35	413	-413	17008	4838	581	-585	0	0	0	95		-23.12	22.11	1.00	0.15	3
4	13.8	535	-535	13633	1675	1615	598	0	0	0	-562		-18.70	17.89	3.23	0.88	4
5	17.25	653	-653	5909	-3867	2702	1543	0	0	0	-722		-8.45	8.09	5.06	1.14	5
6	20.7	774	-774	-4980	-12790	3820	2450	0	0	0	-827		17.77	-17.00	6.85	1.30	6
7	24.15	894	-894	-15916	-28079	5002	3325	0	0	0	-179		23.66	-22.84	4.83	0.18	7
8	27.6	894	-894	-28433	-49311	6215	4209	0	0	0	-174		29.49	-27.26	3.72	0.11	8

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	12	-12	0	0	-1259	-2794	0	0	0	-211	KOMBINACIJA 1.3.b	-0.01	0.01	4.39	0.33	0
1	3.45	153	-153	9465	4198	-1174	-2688	0	0	0	-265		-12.81	12.24	4.33	0.42	1
2	6.9	286	-286	14559	7307	-489	-1575	0	0	0	374		-19.74	18.87	2.88	0.59	2
3	10.35	413	-413	15427	5443	404	-502	0	0	0	45		-21.01	20.09	0.66	0.07	3
4	13.8	535	-535	12161	2498	1424	450	0	0	0	-567		-16.73	16.00	2.96	0.89	4
5	17.25	653	-653	4990	-2818	2518	1319	0	0	0	-745		-7.22	6.92	4.83	1.17	5
6	20.7	774	-774	-5578	-10950	3628	2101	0	0	0	-823		15.30	-14.65	6.57	1.30	6
7	24.15	894	-894	-16351	-25378	4741	2825	0	0	0	297		21.43	-20.69	4.70	0.29	7
8	27.6	894	-894	-28504	-44320	5853	3575	0	0	0	507		26.54	-24.53	3.71	0.31	8

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	12	-12	0	0	-1258	-2886	0	0	0	-175	KOMBINACIJA 1.3.c	-0.01	0.01	4.47	0.27	0
1	3.45	153	-153	10183	4117	-1173	-2780	0	0	0	-32		-13.77	13.16	4.09	0.05	1
2	6.9	286	-286	15697	5849	-490	-1636	0	0	0	730		-21.27	20.33	3.53	1.15	2
3	10.35	413	-413	16720	5198	414	-528	0	0	0	643		-22.74	21.74	1.61	1.01	3
4	13.8	535	-535	13313	2162	1457	673	0	0	0	-560		-18.27	17.48	3.00	0.88	4
5	17.25	653	-653	5728	-3250	2582	1637	0	0	0	-750		-8.20	7.86	4.93	1.18	5
6	20.7	774	-774	-5815	-11219	3725	2531	0	0	0	-1018		15.66	-14.99	7.02	1.60	6
7	24.15	894	-894	-16349	-25830	4867	3355	0	0	0	-1224		21.80	-21.05	5.74	1.21	7
8	27.6	894	-894	-28444	-46125	6018	4212	0	0	0	-1096		27.60	-25.52	4.16	0.66	8

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	12	-12	0	0	-1202	-3017	0	0	0	-214	KOMBINACIJA 1.3.d	-0.01	0.01	4.72	0.34	0
1	3.45	153	-153	10227	4079	-1117	-2912	0	0	0	-71		-13.83	13.22	4.34	0.11	1
2	6.9	286	-286	15830	5773	-431	-1692	0	0	0	667		-21.44	20.50	3.51	1.05	2
3	10.35	413	-413	16930	5078	430	-557	0	0	0	606		-23.02	22.01	1.58	0.95	3
4	13.8	535	-535	13519	1989	1474	781	0	0	0	-589		-18.55	17.74	3.07	0.93	4
5	17.25	653	-653	5736	-3497	2652	1766	0	0	0	-766		-8.21	7.87	5.06	1.21	5
6	20.7	774	-774	-6004	-11575	3865	2620	0	0	0	-982		16.14	-15.45	7.16	1.55	6
7	24.15	894	-894	-16341	-26485	5154	3466	0	0	0	-1092		22.34	-21.57	5.87	1.08	7
8	27.6	894	-894	-28429	-47782	6457	4343	0	0	0	-88		28.58	-26.42	3.81	0.05	8



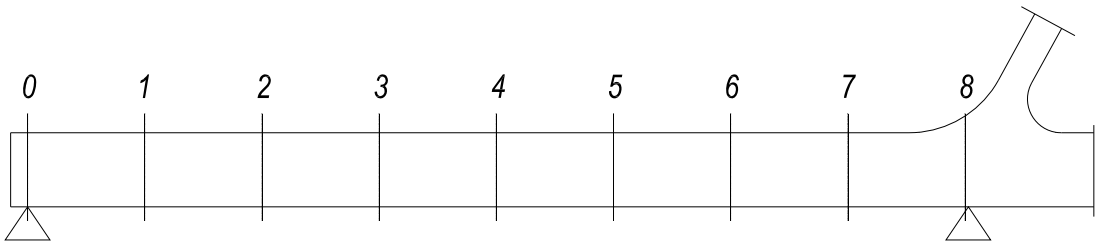
4.1.5 Комбинације 1.4/ Load combinations 1.4

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	12	-12	0	0	-1335	-2555	0	0	0	-957	KOMBINACIJA 1.4.a	-0.01	0.01	5.22	1.51	0
1	3.45	25	-25	8569	4466	-1250	-2429	0	0	0	-814		-11.50	10.99	4.81	1.28	1
2	6.9	30	-30	13010	6547	-573	-1375	0	0	0	143		-17.46	16.68	2.22	0.23	2
3	10.35	30	-30	13593	6237	285	-375	0	0	0	249		-18.24	17.43	0.81	0.39	3
4	13.8	25	-25	10434	3524	1258	513	0	0	0	-312		-14.00	13.38	2.32	0.49	4
5	17.25	17	-17	3752	-1596	2296	1345	0	0	0	-346		-5.04	4.82	3.88	0.54	5
6	20.7	11	-11	-6148	-9524	3352	2104	0	0	0	-393		12.77	-12.20	5.49	0.62	6
7	24.15	5	-5	-16492	-23010	4409	2826	0	0	0	-393		19.01	-18.34	4.49	0.39	7
8	27.6	5	-5	-28594	-40733	5512	3582	0	0	0	-161		24.10	-22.26	3.30	0.10	8

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	24	-24	0	0	-1259	-2794	0	0	0	-211	KOMBINACIJA 1.4.b	-0.02	0.02	4.39	0.33	0
1	3.45	113	-113	9465	4198	-1174	-2688	0	0	0	-265		-12.77	12.21	4.33	0.42	1
2	6.9	188	-188	14559	7307	-489	-1575	0	0	0	374		-19.66	18.79	2.88	0.59	2
3	10.35	251	-251	15427	5443	404	-502	0	0	0	45		-20.88	19.95	0.66	0.07	3
4	13.8	305	-305	12161	2498	1424	450	0	0	0	-567		-16.54	15.82	2.96	0.89	4
5	17.25	353	-353	4990	-2818	2518	1319	0	0	0	-745		-6.97	6.67	4.83	1.17	5
6	20.7	403	-403	-5578	-10950	3628	2101	0	0	0	-823		15.00	-14.35	6.57	1.30	6
7	24.15	454	-454	-16351	-25378	4741	2825	0	0	0	297		21.20	-20.46	4.70	0.29	7
8	27.6	454	-454	-28504	-44320	5853	3575	0	0	0	507		26.38	-24.38	3.71	0.31	8

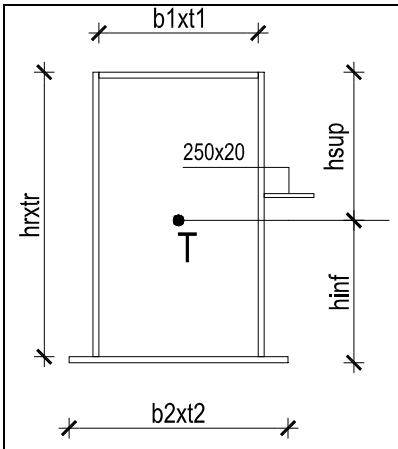
		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	24	-24	0	0	-1258	-2886	0	0	0	-175	KOMBINACIJA 1.4.c	-0.02	0.02	4.47	0.27	0
1	3.45	113	-113	10183	4117	-1173	-2780	0	0	0	-32		-13.74	13.13	4.09	0.05	1
2	6.9	188	-188	15697	5849	-490	-1636	0	0	0	730		-21.19	20.25	3.53	1.15	2
3	10.35	251	-251	16720	5198	414	-528	0	0	0	643		-22.61	21.61	1.61	1.01	3
4	13.8	305	-305	13313	2162	1457	673	0	0	0	-560		-18.09	17.29	3.00	0.88	4
5	17.25	353	-353	5728	-3250	2582	1637	0	0	0	-750		-7.96	7.62	4.93	1.18	5
6	20.7	403	-403	-5815	-11219	3725	2531	0	0	0	-1018		15.36	-14.69	7.02	1.60	6
7	24.15	454	-454	-16349	-25830	4867	3355	0	0	0	-1224		21.57	-20.82	5.74	1.21	7
8	27.6	454	-454	-28444	-46125	6018	4212	0	0	0	-1096		27.45	-25.36	4.16	0.66	8

		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1		σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
0	0	24	-24	0	0	-1202	-3017	0	0	0	-214	KOMBINACIJA 1.4.d	-0.02	0.02	4.72	0.34	0
1	3.45	113	-113	10227	4079	-1117	-2912	0	0	0	-71		-13.80	13.19	4.34	0.11	1
2	6.9	188	-188	15830	5773	-431	-1692	0	0	0	667		-21.36	20.42	3.51	1.05	2
3	10.35	251	-251	16930	5078	430	-557	0	0	0	606		-22.89	21.88	1.58	0.95	3
4	13.8	305	-305	13519	1989	1474	781	0	0	0	-589		-18.36	17.56	3.07	0.93	4
5	17.25	353	-353	5736	-3497	2652	1766	0	0	0	-766		-7.97	7.63	5.06	1.21	5
6	20.7	403	-403	-6004	-11575	3865	2620	0	0	0	-982		15.84	-15.15	7.16	1.55	6
7	24.15	454	-454	-16341	-26485	5154	3466	0	0	0	-1092		22.11	-21.34	5.87	1.08	7
8	27.6	454	-454	-28429	-47782	6457	4343	0	0	0	-88		28.43	-26.27	3.81	0.05	8

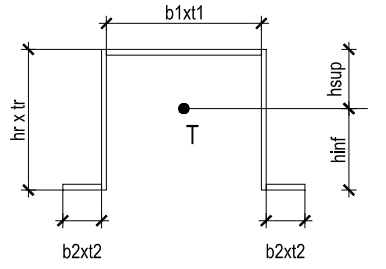


4.2 Распон 2/ Span 2

4.2.1 Геометријске карактеристике пресека/ Section properties

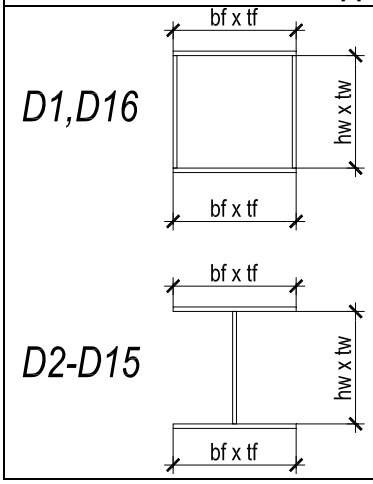


	Доњи појас U1.1, U8.3	Доњи појас U1.2, U1.3, U8.1, U8.2	Доњи појас U2- U7
b1 (mm)	900	900	900
t1 (mm)	50	40	25
b2 (mm)	1200	1200	1200
t2 (mm)	50	35	20
hr (mm)	2200	2190	2175
tr (mm)	40	25	20
hsup (mm)	-1170	-1132	-1108
hinf (mm)	1080	1093	1087
A(cm2)	2860	1925	1385
Iy (cm4)	19768920	13708879	8925739
Wysup (cm3)	-169008	-121060	-80528
Wyinf (cm3)	182995	125470	82144
Iz (cm4)	5102347	3267773	2454311
Wz (cm3)	85039	85039	40905



	Горњи појас O1,O7	Горњи појас O2,O6	Горњи појас O3 - O5
b1 (mm)	900	900	900
t1 (mm)	20	30	40
b2 (mm)	250	250	250
t2 (mm)	25	30	40
hr (mm)	1100	1100	1100
tr (mm)	15	30	40
hsup (mm)	-503	-491	-491
hinf (mm)	597	609	609
A(cm2)	635	1080	1440
iy(cm)	43.6	41.2	49.1
iz(cm)	44.4	44.8	45.3
Iy (cm4)	1204703	1829797	2411182
Iz (cm4)	1253908	2166680	2954960
$W_{y,sup}$ (cm3)	-23590	-37343	-49208
$W_{y,inf}$ (cm3)	20179	29997	39528
W_z (cm3)	17537	29681	39932

Дијагонале карактеристике бруто пресека



	D1,D16	D2 – D4 D13 - D15	D5 - D12
b_f(mm)	900	800	650
t_f(mm)	40	40	30
h_w(mm)	900	900	900
t_w(mm)	20	25	20
A(cm2)	1080	865	570
Iy (cm4)	183440	1566488	965070
W_y (cm3)	37437	31969	20106
iy (cm)	41.2	42.6	41.1
Iz (cm4)	1183080	341450	137372
W_z (cm3)	26291	8536	4227
iz (cm)	33.1	19.9	15.5

4.2.2 Комбинација 1.1a / Combination 1.1a

KOMBINACIJA 1.1.a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	9270.154	-50904.3	6623.96	-74.25	189.726	450.4255
U1.2	9047.404	-27654.7	5159.791	0	136.6765	1070.111
U1.3	8891.029	-10113.7	3927.186	0	138.7925	1375.861
U2.1	19788.76	4671.901	1425.322	0	149.1325	1169.24
U2.2	19741.51	7812.372	432.358	0	147.378	889.5365
U2.3	19666.13	7481.397	1901.953	0	150.887	1025.088
U3.1	28278.4	1782.324	1880.676	0	96.4975	1093.25
U3.2	28326.78	7185.955	314.8975	0	94.743	696.0005
U3.3	28368.4	7476.88	1430.538	0	98.252	325.4415
U4.1	32511.33	3600.628	1695.086	0	28.072	866.1005
U4.2	32534.96	8477.531	225.673	0	28.072	498.4135
U4.3	32551.83	8434.106	794.0465	0	28.072	249.73
U4.4	32551.83	3759.778	1622.351	0	31.581	246.221

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
U1.1	33.45	-24.49	4.12	0.55
U1.2	27.54	-17.34	5.86	1.23
U1.3	18.98	-5.89	6.29	2.03
U2.1	8.49	19.98	3.12	1.80
U2.2	4.55	23.76	1.62	1.44
U2.3	4.91	23.31	3.49	1.62
U3.1	18.20	22.59	3.55	1.58
U3.2	11.53	29.20	1.24	1.08
U3.3	11.20	29.58	2.07	0.63
U4.1	19.00	27.86	3.05	1.15
U4.2	12.96	33.81	0.89	0.69
U4.3	13.03	33.77	1.24	0.38
U4.4	18.83	28.08	2.19	0.38

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-11246.6	-834.125	163.062	-461.409	144.1315	0
O1.2	-11246.6	501.624	117.162	541.5915	174.236	0
O2.1	-22424.7	1236.678	175.8945	-666.977	214.9905	0
O2.2	-22424.7	1338.504	105.6945	753.7405	222	0
O3.1	-28782.1	1891.904	134.454	-896.674	251.8315	0
O3.2	-28782.1	1870.602	46.704	855.6445	250.35	0
O4.1	-30958.8	1833.566	96.386	-958.892	260.068	0
O4.2	-30958.8	1967.782	18.086	889.376	260.068	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
O1.1	-16.86	-24.48	0.51	0.47
O1.2	-22.89	-18.31	0.37	0.57
O2.1	-26.32	-18.89	0.27	0.51
O2.2	-26.89	-18.84	0.16	0.53
O3.1	-26.08	-17.45	0.15	0.45
O3.2	-25.93	-17.40	0.05	0.45
O4.1	-27.63	-19.26	0.11	0.46
O4.2	-27.73	-18.75	0.02	0.46

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-12298.7	-2658.86	271.042	-3393.04	396.036	161.28
D2	11861.37	-264.6	86.122	-1641.84	128.43	0
D3	-12469.3	240.3	93.2765	-1540.73	89.274	0
D4	12164.34	-25.65	62.095	-1642.14	112.209	0
D5	-7657.35	-14.85	47.6495	-1325.86	83.361	0
D6	7479.216	-13.5	36.5815	-1449.99	119.523	0
D7	-3970.48	56.7	33.8815	-1383	97.485	0
D8	3732.021	33.75	23.218	-1423.94	101.841	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
D1	7.79	-30.56	0.91	1.63
D2	32.82	6.72	0.13	0.57
D3	-8.70	-32.86	0.15	0.40
D4	28.45	12.10	0.10	0.50
D5	-8.61	-26.60	0.12	0.46
D6	26.94	7.45	0.09	0.66
D7	1.63	-19.88	0.09	0.54
D8	18.83	-1.68	0.06	0.57

4.2.3 Комбинација 1.1б / Combination 1.1b

KOMBINACIJA 1.1.b

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	8817.493	-49527	6573.08	-74.25	186.217	585.522
U1.2	8594.743	-26424.8	5043.994	0	129.6585	1129.764
U1.3	8438.368	-9690.84	3892.096	0	128.2655	1416.215
U2.1	19051.87	4408.726	1441.113	0	136.851	1228.893
U2.2	19004.62	7689.557	465.6935	0	135.0965	989.543
U2.3	18929.24	7358.582	1879.144	0	136.851	1111.058
U3.1	27346.76	1719.162	1854.359	0	91.234	1163.43
U3.2	27395.14	7136.829	307.8795	0	87.725	827.588
U3.3	27436.76	7427.754	1421.765	0	92.9885	178.0635
U4.1	31497.23	3458.513	1672.277	0	35.09	967.8615
U4.2	31520.86	8381.033	241.4635	0	31.581	631.7555
U4.3	31537.73	8337.608	780.0105	0	36.8445	398.8625
U4.4	31537.73	3593.101	1608.315	0	36.8445	395.3535

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
U1.1	32.47	-23.89	4.18	0.62
U1.2	26.29	-16.60	5.81	1.28
U1.3	18.13	-5.70	6.30	2.06
U2.1	8.28	19.12	3.21	1.84
U2.2	4.17	23.08	1.78	1.54
U2.3	4.53	22.63	3.57	1.70
U3.1	17.61	21.84	3.61	1.66
U3.2	10.92	28.47	1.39	1.23
U3.3	10.59	28.85	1.88	0.43
U4.1	18.45	26.95	3.16	1.29
U4.2	12.35	32.96	1.07	0.86
U4.3	12.42	32.92	1.41	0.58
U4.4	18.31	27.15	2.36	0.58

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10925.6	-588.495	182.3615	-538.607	142.377	0
O1.2	-10925.6	482.3245	136.4615	574.927	181.254	0
O2.1	-21817.7	1045.438	193.4395	-684.522	218.4995	0
O2.2	-21817.7	1206.917	123.2395	788.8305	230.7725	0
O3.1	-27968	1658.556	155.508	-908.956	262.3585	0
O3.2	-27968	1674.098	58.9855	866.1715	262.6315	0
O4.1	-30079.8	1593.2	106.913	-964.156	272.3495	0
O4.2	-30079.8	1753.733	7.559	892.885	272.3495	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
O1.1	-17.82	-23.19	0.57	0.47
O1.2	-22.50	-18.09	0.43	0.59
O2.1	-25.31	-19.02	0.30	0.52
O2.2	-26.09	-18.84	0.19	0.55
O3.1	-25.07	-17.50	0.18	0.47
O3.2	-24.99	-17.36	0.07	0.47
O4.1	-26.54	-19.27	0.12	0.49
O4.2	-26.69	-18.69	0.01	0.49

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-12070.6	-2629.03	283.3235	-3428.13	385.872	159.5255
D2	11603.46	-264.6	82.613	-1355.86	122.622	0
D3	-12223.7	240.3	91.522	-1316.15	84.918	0
D4	11941.51	-25.65	63.8495	-1142.11	112.209	0
D5	-7602.96	-14.85	47.6495	-948.644	81.909	0
D6	7416.054	-13.5	38.336	-909.6	118.071	0
D7	-3947.67	56.7	35.636	-923.32	94.581	0
D8	3712.721	33.75	24.9725	-901.096	100.389	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
D1	7.98	-30.33	0.92	1.60
D2	31.06	7.62	0.13	0.54
D3	-9.34	-31.41	0.14	0.38
D4	25.75	14.06	0.10	0.50
D5	-10.90	-24.06	0.12	0.46
D6	23.33	10.77	0.10	0.66
D7	-1.27	-16.88	0.09	0.53
D8	15.44	1.63	0.06	0.56

4.2.4 Комбинација 1.1ц / Combination 1.1c

KOMBINACIJA 1.1.c

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	9287.699	-47886.5	6453.774	-74.25	170.4265	250.4125
U1.2	9064.949	-24972	4958.024	0	126.1495	1108.71
U1.3	8908.574	-9060.98	3906.132	0	131.7745	1310.945
U2.1	19208.02	4203.45	1442.867	0	135.0965	1209.593
U2.2	19160.77	7550.952	507.8015	0	135.0965	884.273
U2.3	19085.39	7219.977	1863.354	0	138.6055	1005.788
U3.1	27211.67	1596.347	1819.269	0	87.725	1144.131
U3.2	27260.04	7098.23	448.2395	0	87.725	743.372
U3.3	27301.67	7389.155	1412.993	0	91.234	360.5315
U4.1	31183.18	3244.464	1645.96	0	31.581	974.8795
U4.2	31206.8	8347.698	278.308	0	33.3355	596.6655
U4.3	31223.68	8304.273	1490.583	0	33.3355	218.149
U4.4	31223.68	3322.908	1596.033	0	36.8445	218.149

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
U1.1	31.67	-22.83	3.90	0.40
U1.2	25.34	-15.19	5.71	1.26
U1.3	17.68	-4.60	6.18	1.94
U2.1	8.65	18.99	3.19	1.82
U2.2	4.46	23.03	1.70	1.41
U2.3	4.81	22.57	3.42	1.57
U3.1	17.67	21.59	3.55	1.63
U3.2	10.87	28.32	1.45	1.13
U3.3	10.54	28.71	2.09	0.66
U4.1	18.49	26.46	3.13	1.29
U4.2	12.17	32.69	1.07	0.82
U4.3	12.23	32.65	2.01	0.35
U4.4	18.42	26.59	2.13	0.36

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10948.4	-253.386	157.7985	-461.409	142.377	0
O1.2	-10948.4	512.151	111.8985	522.292	167.218	0
O2.1	-21584.3	1103.336	170.631	-696.803	209.727	0
O2.2	-21584.3	1336.75	100.431	743.2135	227.2635	0
O3.1	-27506.5	1746.281	143.2265	-861.584	239.55	0
O3.2	-27506.5	1824.985	55.4765	838.0995	260.877	0
O4.1	-29330.7	1787.949	105.1585	-913.275	261.8225	0
O4.2	-29330.7	1920.411	26.8585	877.0945	261.8225	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
O1.1	-18.81	-21.13	0.49	0.47
O1.2	-22.36	-17.68	0.35	0.55
O2.1	-25.29	-18.65	0.27	0.50
O2.2	-26.07	-18.03	0.16	0.54
O3.1	-24.81	-16.84	0.16	0.43
O3.2	-24.91	-16.58	0.06	0.47
O4.1	-26.29	-18.13	0.12	0.47
O4.2	-26.47	-17.71	0.03	0.47

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11647.8	-2606.23	328.9405	-3012.31	361.188	143.735
D2	11257.82	-264.6	82.613	-1583.94	121.17	0
D3	-11934.2	240.3	98.54	-1460.02	89.274	0
D4	11669.57	-25.65	69.113	-1600.03	109.305	0
D5	-7532.78	-14.85	52.913	-1296.04	77.553	0
D6	7335.347	-13.5	43.5995	-1225.41	96.291	0
D7	-3942.41	56.7	40.8995	-1293.52	91.677	0
D8	3709.212	33.75	30.236	-1387.09	94.581	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
D1	7.17	-28.74	0.93	1.48
D2	31.54	5.98	0.13	0.54
D3	-8.18	-31.60	0.15	0.40
D4	27.43	11.47	0.11	0.49
D5	-8.51	-26.12	0.14	0.43
D6	25.17	8.56	0.11	0.53
D7	1.12	-19.25	0.10	0.51
D8	18.55	-1.49	0.08	0.53

4.2.5 Комбинација 1.2a / Combination 1.2a

KOMBINACIJA 1.2.a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	8119.579	-50904.3	6623.96	-74.25	189.726	450.4255
U1.2	7896.829	-27654.7	5159.791	0	136.6765	1070.111
U1.3	7740.454	-10113.7	3927.186	0	138.7925	1375.861
U2.1	18627.31	4671.901	1425.322	0	149.1325	1169.24
U2.2	18580.06	7812.372	432.358	0	147.378	889.5365
U2.3	18504.68	7481.397	1901.953	0	150.887	1025.088
U3.1	27259.05	1782.324	1880.676	0	96.4975	1093.25
U3.2	27307.43	7185.955	314.8975	0	94.743	696.0005
U3.3	27349.05	7476.88	1430.538	0	98.252	325.4415
U4.1	31617.41	3600.628	1695.086	0	28.072	866.1005
U4.2	31641.03	8477.531	225.673	0	28.072	498.4135
U4.3	31657.91	8434.106	794.0465	0	28.072	249.73
U4.4	31657.91	3759.778	1622.351	0	31.581	246.221

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
U1.1	33.05	-24.89	4.12	0.55
U1.2	26.95	-17.94	5.86	1.23
U1.3	18.15	-6.72	6.29	2.03
U2.1	7.65	19.14	3.12	1.80
U2.2	3.71	22.93	1.62	1.44
U2.3	4.07	22.47	3.49	1.62
U3.1	17.47	21.85	3.55	1.58
U3.2	10.79	28.46	1.24	1.08
U3.3	10.46	28.85	2.07	0.63
U4.1	18.36	27.21	3.05	1.15
U4.2	12.32	33.17	0.89	0.69
U4.3	12.38	33.13	1.24	0.38
U4.4	18.19	27.43	2.19	0.38

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-11246.6	-834.125	163.062	-461.409	144.1315	0
O1.2	-11246.6	501.624	117.162	541.5915	174.236	0
O2.1	-22424.7	1236.678	175.8945	-666.977	214.9905	0
O2.2	-22424.7	1338.504	105.6945	753.7405	222	0
O3.1	-28782.1	1891.904	134.454	-896.674	251.8315	0
O3.2	-28782.1	1870.602	46.704	855.6445	250.35	0
O4.1	-30958.8	1833.566	96.386	-958.892	260.068	0
O4.2	-30958.8	1967.782	18.086	889.376	260.068	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
O1.1	-16.86	-24.48	0.51	0.47
O1.2	-22.89	-18.31	0.37	0.57
O2.1	-26.32	-18.89	0.27	0.51
O2.2	-26.89	-18.84	0.16	0.53
O3.1	-26.08	-17.45	0.15	0.45
O3.2	-25.93	-17.40	0.05	0.45
O4.1	-27.63	-19.26	0.11	0.46
O4.2	-27.73	-18.75	0.02	0.46

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-12298.7	-2658.86	271.042	-3393.04	396.036	161.28
D2	11861.37	-264.6	86.122	-1641.84	128.43	0
D3	-12469.3	240.3	93.2765	-1540.73	89.274	0
D4	12164.34	-25.65	62.095	-1642.14	112.209	0
D5	-7657.35	-14.85	47.6495	-1325.86	83.361	0
D6	7479.216	-13.5	36.5815	-1449.99	119.523	0
D7	-3970.48	56.7	33.8815	-1383	97.485	0
D8	3732.021	33.75	23.218	-1423.94	101.841	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
D1	7.79	-30.56	0.91	1.63
D2	32.82	6.72	0.13	0.57
D3	-8.70	-32.86	0.15	0.40
D4	28.45	12.10	0.10	0.50
D5	-8.61	-26.60	0.12	0.46
D6	26.94	7.45	0.09	0.66
D7	1.63	-19.88	0.09	0.54
D8	18.83	-1.68	0.06	0.57

4.2.6 Комбинација 1.2б / Combination 1.2b

KOMBINACIJA 1.2.b

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	7666.918	-49527	6573.08	-74.25	186.217	585.522
U1.2	7444.168	-26424.8	5043.994	0	129.6585	1129.764
U1.3	7287.793	-9690.84	3892.096	0	128.2655	1416.215
U2.1	17890.42	4408.726	1441.113	0	136.851	1228.893
U2.2	17843.17	7689.557	465.6935	0	135.0965	989.543
U2.3	17767.79	7358.582	1879.144	0	136.851	1111.058
U3.1	26327.41	1719.162	1854.359	0	91.234	1163.43
U3.2	26375.79	7136.829	307.8795	0	87.725	827.588
U3.3	26417.41	7427.754	1421.765	0	92.9885	178.0635
U4.1	30603.31	3458.513	1672.277	0	35.09	967.8615
U4.2	30626.93	8381.033	241.4635	0	31.581	631.7555
U4.3	30643.81	8337.608	780.0105	0	36.8445	398.8625
U4.4	30643.81	3593.101	1608.315	0	36.8445	395.3535

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
U1.1	32.07	-24.30	4.18	0.62
U1.2	25.69	-17.19	5.81	1.28
U1.3	17.30	-6.54	6.30	2.06
U2.1	7.44	18.28	3.21	1.84
U2.2	3.33	22.24	1.78	1.54
U2.3	3.69	21.79	3.57	1.70
U3.1	16.87	21.10	3.61	1.66
U3.2	10.18	27.73	1.39	1.23
U3.3	9.85	28.12	1.88	0.43
U4.1	17.80	26.31	3.16	1.29
U4.2	11.71	32.32	1.07	0.86
U4.3	11.77	32.28	1.41	0.58
U4.4	17.66	26.50	2.36	0.58

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10925.6	-588.495	182.3615	-538.607	142.377	0
O1.2	-10925.6	482.3245	136.4615	574.927	181.254	0
O2.1	-21817.7	1045.438	193.4395	-684.522	218.4995	0
O2.2	-21817.7	1206.917	123.2395	788.8305	230.7725	0
O3.1	-27968	1658.556	155.508	-908.956	262.3585	0
O3.2	-27968	1674.098	58.9855	866.1715	262.6315	0
O4.1	-30079.8	1593.2	106.913	-964.156	272.3495	0
O4.2	-30079.8	1753.733	7.559	892.885	272.3495	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
O1.1	-17.82	-23.19	0.57	0.47
O1.2	-22.50	-18.09	0.43	0.59
O2.1	-25.31	-19.02	0.30	0.52
O2.2	-26.09	-18.84	0.19	0.55
O3.1	-25.07	-17.50	0.18	0.47
O3.2	-24.99	-17.36	0.07	0.47
O4.1	-26.54	-19.27	0.12	0.49
O4.2	-26.69	-18.69	0.01	0.49

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-12070.6	-2629.03	283.3235	-3428.13	385.872	159.5255
D2	11603.46	-264.6	82.613	-1355.86	122.622	0
D3	-12223.7	240.3	91.522	-1316.15	84.918	0
D4	11941.51	-25.65	63.8495	-1142.11	112.209	0
D5	-7602.96	-14.85	47.6495	-948.644	81.909	0
D6	7416.054	-13.5	38.336	-909.6	118.071	0
D7	-3947.67	56.7	35.636	-923.32	94.581	0
D8	3712.721	33.75	24.9725	-901.096	100.389	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
D1	7.98	-30.33	0.92	1.60
D2	31.06	7.62	0.13	0.54
D3	-9.34	-31.41	0.14	0.38
D4	25.75	14.06	0.10	0.50
D5	-10.90	-24.06	0.12	0.46
D6	23.33	10.77	0.10	0.66
D7	-1.27	-16.88	0.09	0.53
D8	15.44	1.63	0.06	0.56

4.2.7 Комбинација 1.2ц / Combination 1.2c

KOMBINACIJA 1.2.c

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	6845.174	-47886.5	6453.774	-74.25	170.4265	250.4125
U1.2	6622.424	-24972	4958.024	0	126.1495	1108.71
U1.3	6466.049	-9060.98	3906.132	0	131.7745	1310.945
U2.1	16833.64	4203.45	1442.867	0	135.0965	1209.593
U2.2	16786.39	7550.952	507.8015	0	135.0965	884.273
U2.3	16711.02	7219.977	1863.354	0	138.6055	1005.788
U3.1	25103.37	1596.347	1819.269	0	87.725	1144.131
U3.2	25151.74	7098.23	448.2395	0	87.725	743.372
U3.3	25193.37	7389.155	1412.993	0	91.234	360.5315
U4.1	29310.5	3244.464	1645.96	0	31.581	974.8795
U4.2	29334.13	8347.698	278.308	0	33.3355	596.6655
U4.3	29351	8304.273	1490.583	0	33.3355	218.149
U4.4	29351	3322.908	1596.033	0	36.8445	218.149

	σy,sup	σy,inf	τz	τy
U1.1	30.81	-23.69	3.90	0.40
U1.2	24.07	-16.46	5.71	1.26
U1.3	15.92	-6.36	6.18	1.94
U2.1	6.93	17.27	3.19	1.82
U2.2	2.74	21.31	1.70	1.41
U2.3	3.10	20.86	3.42	1.57
U3.1	16.14	20.07	3.55	1.63
U3.2	9.35	26.80	1.45	1.13
U3.3	9.01	27.19	2.09	0.66
U4.1	17.13	25.11	3.13	1.29
U4.2	10.81	31.34	1.07	0.82
U4.3	10.88	31.30	2.01	0.35
U4.4	17.07	25.24	2.13	0.36

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10948.4	-253.386	157.7985	-461.409	142.377	0
O1.2	-10948.4	512.151	111.8985	522.292	167.218	0
O2.1	-21584.3	1103.336	170.631	-696.803	209.727	0
O2.2	-21584.3	1336.75	100.431	743.2135	227.2635	0
O3.1	-27506.5	1746.281	143.2265	-861.584	239.55	0
O3.2	-27506.5	1824.985	55.4765	838.0995	260.877	0
O4.1	-29330.7	1787.949	105.1585	-913.275	261.8225	0
O4.2	-29330.7	1920.411	26.8585	877.0945	261.8225	0

	σy,sup	σy,inf	τz	τy
O1.1	-18.81	-21.13	0.49	0.47
O1.2	-22.36	-17.68	0.35	0.55
O2.1	-25.29	-18.65	0.27	0.50
O2.2	-26.07	-18.03	0.16	0.54
O3.1	-24.81	-16.84	0.16	0.43
O3.2	-24.91	-16.58	0.06	0.47
O4.1	-26.29	-18.13	0.12	0.47
O4.2	-26.47	-17.71	0.03	0.47

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11647.8	-2606.23	328.9405	-3012.31	361.188	143.735
D2	11257.82	-264.6	82.613	-1583.94	121.17	0
D3	-11934.2	240.3	98.54	-1460.02	89.274	0
D4	11669.57	-25.65	69.113	-1600.03	109.305	0
D5	-7532.78	-14.85	52.913	-1296.04	77.553	0
D6	7335.347	-13.5	43.5995	-1225.41	96.291	0
D7	-3942.41	56.7	40.8995	-1293.52	91.677	0
D8	3709.212	33.75	30.236	-1387.09	94.581	0

	σy,sup	σy,inf	τz	τy
D1	7.17	-28.74	0.93	1.48
D2	31.54	5.98	0.13	0.54
D3	-8.18	-31.60	0.15	0.40
D4	27.43	11.47	0.11	0.49
D5	-8.51	-26.12	0.14	0.43
D6	25.17	8.56	0.11	0.53
D7	1.12	-19.25	0.10	0.51
D8	18.55	-1.49	0.08	0.53

4.2.8 Комбинација 1.3а / Combination 1.3a

KOMBINACIJA 1.3.a

	N	M3	T2	M2	T3	M1	σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
U1.1	7706.748	-47294.4	6705.45	0	122.244	576.462	30.68	-23.15	4.25	0.53	U1.1
U1.2	7706.748	-25308.4	5069.226	0	102.168	1031.415	24.91	-16.17	5.73	1.15	U1.2
U1.3	7706.748	-9095.46	3897.306	0	98.76	1299.144	16.86	-5.51	6.16	1.85	U1.3
U2.1	18035.57	4309.932	1502.118	0	128.436	1110.636	7.67	18.27	3.14	1.68	U2.1
U2.2	18035.57	7083.804	505.482	0	125.784	871.722	4.23	21.65	1.68	1.37	U2.2
U2.3	18035.57	6751.704	1940.37	0	130.584	988.188	4.64	21.24	3.49	1.53	U2.3
U3.1	26102.8	1587.786	1898.844	0	82.656	1027.02	16.88	20.78	3.49	1.47	U3.1
U3.2	26102.8	6525.798	218.832	0	81.204	703.368	10.74	26.79	1.13	1.06	U3.2
U3.3	26102.8	6813.348	1468.266	0	86.004	188.256	10.39	27.14	1.94	0.43	U3.3
U4.1	29913.97	3376.686	1713.576	0	27.468	825.708	17.41	25.71	3.03	1.09	U4.1
U4.2	29913.97	7761.042	282.39	0	27.216	512.934	11.96	31.05	0.97	0.70	U4.2
U4.3	29913.97	7716.492	949.71	0	27.216	335.706	12.02	30.99	1.52	0.48	U4.3
U4.4	29913.97	3495.504	1653.384	0	32.016	332.802	17.26	25.85	2.34	0.49	U4.4

	N	M3	T2	M2	T3	M1	σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
O1.1	-10372.4	-534.15	202.572	-1129.4	295.218	0	-20.54	-25.42	0.63	0.97	O1.1
O1.2	-10372.4	476.772	57.072	767.97	166.176	0	-22.70	-18.35	0.18	0.54	O1.2
O2.1	-20897.9	997.734	233.142	-704.28	421.992	0	-24.39	-18.40	0.36	1.00	O2.1
O2.2	-20897.9	1167.612	116.358	1156.56	305.208	0	-26.37	-19.35	0.18	0.73	O2.2
O3.1	-26821.6	1593.312	202.824	-854.436	545.958	0	-24.00	-16.73	0.23	0.97	O3.1
O3.2	-26821.6	1609.206	91.026	1270.182	382.446	0	-25.08	-17.74	0.10	0.68	O3.2
O4.1	-28780.7	1512.348	151.134	-911.592	576.762	0	-25.34	-18.44	0.17	1.03	O4.1
O4.2	-28780.7	1671.246	72.834	1267.44	385.338	0	-26.56	-18.93	0.08	0.69	O4.2

	N	M3	T2	M2	T3	M1	σy,sup	σy,inf	τZ	τy	
D1	-11331.1	-2447.77	267.204	-3067.3	379.758	121.164	7.01	-28.00	0.77	1.46	D1
D2	10949.12	-264.6	80.97	-1191.01	103.41	0	29.20	7.30	0.13	0.46	D2
D3	-11605.9	240.3	89.274	-1170.28	74.202	0	-8.99	-29.70	0.14	0.33	D3
D4	11325.43	-25.65	60.714	-1045.15	106.878	0	24.27	13.48	0.09	0.48	D4
D5	-7098.98	-14.85	45.966	-843.246	77.586	0	-10.42	-22.22	0.12	0.43	D5
D6	6906.762	-13.5	36.36	-831.186	112.488	0	21.66	10.10	0.09	0.62	D6
D7	-3517.22	56.7	32.46	-840.504	90.702	0	-0.81	-15.36	0.08	0.50	D7
D8	3279.684	33.75	18.156	-829.986	94.806	0	13.99	1.09	0.05	0.53	D8

4.2.9 Комбинација 1.3б / Combination 1.3b

KOMBINACIJA 1.3.b

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	7675.476	-47594.2	6128.61	0	115.812	217.434
U1.2	7675.476	-25573.5	5027.37	0	101.916	976.551
U1.3	7675.476	-9264.54	3982.182	0	100.02	1222.272
U2.1	18130.81	4304.724	1277.214	0	126.984	1131.576
U2.2	18130.81	6976.428	429.666	0	125.784	811.422
U2.3	18130.81	6644.328	1712.07	0	133.488	917.712
U3.1	26182.94	1517.43	1666.812	0	81.204	1066.98
U3.2	26182.94	6509.382	416.508	0	81.204	668.46
U3.3	26182.94	6796.932	1254.534	0	88.908	361.668
U4.1	29921.76	3300.354	1489.812	0	24.564	886.32
U4.2	29921.76	7743.366	241.998	0	27.216	508.962
U4.3	29921.76	7698.816	1334.394	0	27.216	197.226
U4.4	29921.76	3403.464	1439.844	0	34.92	197.226

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
U1.1	30.84	-23.32	3.69	0.30
U1.2	25.11	-16.39	5.64	1.10
U1.3	17.05	-5.74	6.16	1.75
U2.1	7.75	18.33	2.90	1.70
U2.2	4.43	21.58	1.51	1.30
U2.3	4.84	21.18	3.14	1.45
U3.1	17.02	20.75	3.27	1.52
U3.2	10.82	26.83	1.32	1.02
U3.3	10.46	27.18	1.91	0.65
U4.1	17.51	25.62	2.84	1.16
U4.2	11.99	31.03	0.92	0.70
U4.3	12.04	30.98	1.80	0.31
U4.4	17.38	25.75	1.92	0.33

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10715	-770.55	163.5	-466.806	153.846	0
O1.2	-10715	500.772	117.6	531.054	180.24	0
O2.1	-21223.6	1194.534	169.05	-698.604	223.476	0
O2.2	-21223.6	1293.612	98.85	747.108	235.608	0
O3.1	-27023.9	1768.512	139.8	-863.508	255.306	0
O3.2	-27023.9	1752.006	52.05	829.41	258.846	0
O4.1	-28710	1707.948	100.35	-917.76	262.746	0
O4.2	-28710	1822.446	22.05	869.616	262.746	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
O1.1	-16.32	-23.35	0.51	0.50
O1.2	-21.99	-17.42	0.37	0.59
O2.1	-25.20	-18.02	0.26	0.53
O2.2	-25.63	-17.86	0.15	0.56
O3.1	-24.52	-16.45	0.16	0.46
O3.2	-24.40	-16.41	0.06	0.46
O4.1	-25.71	-17.91	0.11	0.47
O4.2	-25.82	-17.50	0.03	0.47

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11449.6	-2498.09	282.948	-2805.89	366.258	107.916
D2	11057.28	-264.6	82.362	-1388.03	108.87	0
D3	-11652	240.3	89.91	-1309.84	79.782	0
D4	11392.06	-25.65	62.106	-1404.74	102.306	0
D5	-7170.15	-14.85	45.906	-1124.9	70.11	0
D6	6970.806	-13.5	36.804	-1198.53	91.44	0
D7	-3503.62	56.7	34.104	-1175.04	83.478	0
D8	3266.664	33.75	23.652	-1178.96	118.53	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
D1	6.40	-27.60	0.75	1.37
D2	30.30	6.56	0.13	0.48
D3	-8.41	-30.43	0.14	0.35
D4	26.06	11.92	0.10	0.45
D5	-8.78	-24.19	0.12	0.39
D6	24.16	7.89	0.09	0.51
D7	1.37	-17.48	0.09	0.46
D8	16.19	-1.17	0.06	0.66

4.2.10 Комбинација 1.3ц / Combination 1.3c

KOMBINACIJA 1.3.c

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	7721.268	-44797	6564.606	0	106.272	338.334
U1.2	7721.268	-23088.3	4902.246	0	93.456	1063.359
U1.3	7721.268	-8224.26	3879.882	0	92.952	1245.42
U2.1	17554.96	3922.248	1516.638	0	116.82	1144.032
U2.2	17554.96	6867.456	567.918	0	115.62	867.366
U2.3	17554.96	6535.356	1908.426	0	120.42	972.216
U3.1	25219.98	1433.874	1848.024	0	75.396	1069.128
U3.2	25219.98	6453.198	488.904	0	75.396	742.572
U3.3	25219.98	6740.748	1453.746	0	80.196	217.296
U4.1	28814.81	3081.93	1672.92	0	30.372	915.732
U4.2	28814.81	7653.594	325.95	0	31.572	594.246
U4.3	28814.81	7609.044	1526.154	0	31.572	245.682
U4.4	28814.81	3133.956	1631.604	0	36.372	245.682

	σy,sup	σy,inf	τz	τy
U1.1	29.21	-21.78	4.02	0.36
U1.2	23.08	-14.39	5.61	1.17
U1.3	15.79	-4.44	6.07	1.77
U2.1	7.80	17.45	3.19	1.69
U2.2	4.15	21.04	1.75	1.34
U2.3	4.56	20.63	3.44	1.49
U3.1	16.43	19.95	3.49	1.51
U3.2	10.20	26.07	1.50	1.10
U3.3	9.84	26.42	1.96	0.45
U4.1	16.98	24.56	3.09	1.21
U4.2	11.30	30.12	1.12	0.81
U4.3	11.36	30.07	2.08	0.38
U4.4	16.91	24.62	2.20	0.39

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10125.6	-53.538	198.216	-1129.4	293.766	0
O1.2	-10125.6	485.484	55.284	751.998	160.368	0
O2.1	-20202.4	887.382	228.786	-728.964	417.636	0
O2.2	-20202.4	1166.16	120.714	1147.848	309.564	0
O3.1	-25766	1472.796	210.084	-825.396	535.794	0
O3.2	-25766	1571.454	83.766	1255.662	391.158	0
O4.1	-27433.3	1474.596	181.626	-873.84	563.694	0
O4.2	-27433.3	1632.042	65.574	1257.276	398.406	0

	σy,sup	σy,inf	τz	τy
O1.1	-22.16	-22.65	0.62	0.96
O1.2	-22.26	-17.83	0.17	0.53
O2.1	-23.54	-18.20	0.36	0.99
O2.2	-25.70	-18.69	0.19	0.74
O3.1	-22.95	-16.23	0.24	0.96
O3.2	-24.23	-17.06	0.10	0.70
O4.1	-24.24	-17.51	0.21	1.01
O4.2	-25.52	-18.07	0.07	0.71

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-10792.4	-2404.21	315.12	-2752.21	344.91	106.644
D2	10449.64	-264.6	78.066	-1143.1	96.15	0
D3	-11163.1	240.3	93.63	-1103.49	74.202	0
D4	10915.96	-25.65	66.522	-1010.3	103.974	0
D5	-6995.89	-14.85	50.322	-818.562	71.778	0
D6	6787.698	-13.5	42.168	-645.33	89.256	0
D7	-3493.99	56.7	38.268	-766.452	84.894	0
D8	3260.808	33.75	23.964	-799.494	87.546	0

	σy,sup	σy,inf	τz	τy
D1	6.50	-26.49	0.79	1.31
D2	28.14	6.69	0.12	0.43
D3	-8.56	-28.65	0.15	0.33
D4	23.42	12.96	0.10	0.46
D5	-10.34	-21.83	0.13	0.40
D6	20.19	11.02	0.11	0.50
D7	-1.23	-14.84	0.10	0.47
D8	13.75	1.25	0.06	0.49

4.2.11 Комбинација 1.3д / Combination 1.3d

KOMBINACIJA 1.3.d

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	7300.86	-46454.4	6086.502	0	112.908	307.47
U1.2	7300.86	-24555.6	4931.538	0	96.108	1025.919
U1.3	7300.86	-8914.61	3953.142	0	91.308	1255.668
U2.1	17520.97	4086.924	1290.282	0	116.82	1180.944
U2.2	17520.97	6874.788	457.254	0	115.62	894.186
U2.3	17520.97	6542.688	1693.194	0	121.872	988.86
U3.1	25411.93	1465.158	1645.032	0	76.848	1125.06
U3.2	25411.93	6468.726	422.316	0	75.396	777.36
U3.3	25411.93	6756.276	1247.274	0	84.552	230.988
U4.1	29082.5	3182.742	1470.936	0	30.372	970.536
U4.2	29082.5	7663.506	255.066	0	30.12	619.314
U4.3	29082.5	7618.956	1322.778	0	34.476	285.294
U4.4	29082.5	3265.524	1428.228	0	39.276	285.294

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
U1.1	30.04	-22.83	3.72	0.35
U1.2	24.08	-15.78	5.60	1.14
U1.3	16.34	-5.58	6.17	1.78
U2.1	7.58	17.63	2.98	1.74
U2.2	4.11	21.02	1.65	1.38
U2.3	4.53	20.62	3.21	1.51
U3.1	16.53	20.13	3.32	1.58
U3.2	10.32	26.22	1.46	1.14
U3.3	9.96	26.57	1.74	0.48
U4.1	17.05	24.87	2.92	1.28
U4.2	11.48	30.33	1.07	0.84
U4.3	11.54	30.27	1.89	0.43
U4.4	16.94	24.97	2.02	0.45

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10449.2	-567.27	179.472	-530.694	152.394	0
O1.2	-10449.2	484.8	133.572	558.642	186.048	0
O2.1	-20721.2	1036.266	183.57	-713.124	226.38	0
O2.2	-20721.2	1184.712	113.37	776.148	242.868	0
O3.1	-26350.2	1575.396	157.224	-873.672	264.018	0
O3.2	-26350.2	1589.382	62.214	838.122	269.01	0
O4.1	-27982.5	1509.024	91.638	-922.116	272.91	0
O4.2	-27982.5	1645.302	13.338	872.52	272.91	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
O1.1	-17.11	-22.29	0.56	0.50
O1.2	-21.67	-17.24	0.42	0.61
O2.1	-24.36	-18.13	0.29	0.54
O2.2	-24.97	-17.85	0.18	0.58
O3.1	-23.69	-16.50	0.18	0.47
O3.2	-23.63	-16.38	0.07	0.48
O4.1	-24.81	-17.92	0.10	0.49
O4.2	-24.96	-17.45	0.02	0.49

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11260.9	-2473.41	293.112	-2834.93	356.094	106.464
D2	10843.84	-264.6	79.458	-1151.35	103.062	0
D3	-11448.8	240.3	88.458	-1123.99	75.426	0
D4	11207.66	-25.65	63.558	-990.924	102.306	0
D5	-7125.14	-14.85	45.906	-812.718	68.658	0
D6	6918.534	-13.5	38.256	-751.314	89.988	0
D7	-3484.75	56.7	35.556	-794.616	80.574	0
D8	3250.692	33.75	25.104	-746.262	117.078	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
D1	6.55	-27.41	0.76	1.34
D2	28.84	7.31	0.12	0.46
D3	-8.94	-29.22	0.14	0.34
D4	23.82	13.54	0.10	0.45
D5	-10.67	-22.09	0.12	0.38
D6	21.17	10.64	0.10	0.50
D7	-1.03	-15.00	0.09	0.45
D8	13.38	1.56	0.06	0.65

4.2.12 Комбинација 1.4a / Combination 1.4a

KOMBINACIJA 1.4.a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	6754.548	-47294.4	6705.45	0	122.244	576.462
U1.2	6754.548	-25308.4	5069.226	0	102.168	1031.415
U1.3	6754.548	-9095.46	3897.306	0	98.76	1299.144
U2.1	17074.37	4309.932	1502.118	0	128.436	1110.636
U2.2	17074.37	7083.804	505.482	0	125.784	871.722
U2.3	17074.37	6751.704	1940.37	0	130.584	988.188
U3.1	25259.2	1587.786	1898.844	0	82.656	1027.02
U3.2	25259.2	6525.798	218.832	0	81.204	703.368
U3.3	25259.2	6813.348	1468.266	0	86.004	188.256
U4.1	29174.17	3376.686	1713.576	0	27.468	825.708
U4.2	29174.17	7761.042	282.39	0	27.216	512.934
U4.3	29174.17	7716.492	949.71	0	27.216	335.706
U4.4	29174.17	3495.504	1653.384	0	32.016	332.802

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
U1.1	30.35	-23.48	4.25	0.53
U1.2	24.41	-16.66	5.73	1.15
U1.3	16.17	-6.20	6.16	1.85
U2.1	6.98	17.57	3.14	1.68
U2.2	3.53	20.95	1.68	1.37
U2.3	3.94	20.55	3.49	1.53
U3.1	16.27	20.17	3.49	1.47
U3.2	10.13	26.18	1.13	1.06
U3.3	9.78	26.53	1.94	0.43
U4.1	16.87	25.18	3.03	1.09
U4.2	11.43	30.51	0.97	0.70
U4.3	11.48	30.46	1.52	0.48
U4.4	16.72	25.32	2.34	0.49

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10372.4	-534.15	202.572	-1129.4	295.218	0
O1.2	-10372.4	476.772	57.072	767.97	166.176	0
O2.1	-20897.9	997.734	233.142	-704.28	421.992	0
O2.2	-20897.9	1167.612	116.358	1156.56	305.208	0
O3.1	-26821.6	1593.312	202.824	-854.436	545.958	0
O3.2	-26821.6	1609.206	91.026	1270.182	382.446	0
O4.1	-28780.7	1512.348	151.134	-911.592	576.762	0
O4.2	-28780.7	1671.246	72.834	1267.44	385.338	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
O1.1	-20.54	-25.42	0.63	0.97
O1.2	-22.70	-18.35	0.18	0.54
O2.1	-24.39	-18.40	0.36	1.00
O2.2	-26.37	-19.35	0.18	0.73
O3.1	-24.00	-16.73	0.23	0.97
O3.2	-25.08	-17.74	0.10	0.68
O4.1	-25.34	-18.44	0.17	1.03
O4.2	-26.56	-18.93	0.08	0.69

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11331.1	-2447.77	267.204	-3067.3	379.758	121.164
D2	10949.12	-264.6	80.97	-1191.01	103.41	0
D3	-11605.9	240.3	89.274	-1170.28	74.202	0
D4	11325.43	-25.65	60.714	-1045.15	106.878	0
D5	-7098.98	-14.85	45.966	-843.246	77.586	0
D6	6906.762	-13.5	36.36	-831.186	112.488	0
D7	-3517.22	56.7	32.46	-840.504	90.702	0
D8	3279.684	33.75	18.156	-829.986	94.806	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
D1	7.01	-28.00	0.77	1.46
D2	29.20	7.30	0.13	0.46
D3	-8.99	-29.70	0.14	0.33
D4	24.27	13.48	0.09	0.48
D5	-10.42	-22.22	0.12	0.43
D6	21.66	10.10	0.09	0.62
D7	-0.81	-15.36	0.08	0.50
D8	13.99	1.09	0.05	0.53

4.2.13 Комбинација 1.4б / Combination 1.4b

KOMBINACIJA 1.4.b

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	6723.276	-47594.2	6128.61	0	115.812	217.434
U1.2	6723.276	-25573.5	5027.37	0	101.916	976.551
U1.3	6723.276	-9264.54	3982.182	0	100.02	1222.272
U2.1	17169.61	4304.724	1277.214	0	126.984	1131.576
U2.2	17169.61	6976.428	429.666	0	125.784	811.422
U2.3	17169.61	6644.328	1712.07	0	133.488	917.712
U3.1	25339.34	1517.43	1666.812	0	81.204	1066.98
U3.2	25339.34	6509.382	416.508	0	81.204	668.46
U3.3	25339.34	6796.932	1254.534	0	88.908	361.668
U4.1	29181.96	3300.354	1489.812	0	24.564	886.32
U4.2	29181.96	7743.366	241.998	0	27.216	508.962
U4.3	29181.96	7698.816	1334.394	0	27.216	197.226
U4.4	29181.96	3403.464	1439.844	0	34.92	197.226

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
U1.1	30.51	-23.66	3.69	0.30
U1.2	24.62	-16.89	5.64	1.10
U1.3	16.36	-6.42	6.16	1.75
U2.1	7.05	17.64	2.90	1.70
U2.2	3.73	20.89	1.51	1.30
U2.3	4.15	20.49	3.14	1.45
U3.1	16.41	20.14	3.27	1.52
U3.2	10.21	26.22	1.32	1.02
U3.3	9.86	26.57	1.91	0.65
U4.1	16.97	25.09	2.84	1.16
U4.2	11.45	30.50	0.92	0.70
U4.3	11.51	30.44	1.80	0.31
U4.4	16.84	25.21	1.92	0.33

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10715	-770.55	163.5	-466.806	153.846	0
O1.2	-10715	500.772	117.6	531.054	180.24	0
O2.1	-21223.6	1194.534	169.05	-698.604	223.476	0
O2.2	-21223.6	1293.612	98.85	747.108	235.608	0
O3.1	-27023.9	1768.512	139.8	-863.508	255.306	0
O3.2	-27023.9	1752.006	52.05	829.41	258.846	0
O4.1	-28710	1707.948	100.35	-917.76	262.746	0
O4.2	-28710	1822.446	22.05	869.616	262.746	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
O1.1	-16.32	-23.35	0.51	0.50
O1.2	-21.99	-17.42	0.37	0.59
O2.1	-25.20	-18.02	0.26	0.53
O2.2	-25.63	-17.86	0.15	0.56
O3.1	-24.52	-16.45	0.16	0.46
O3.2	-24.40	-16.41	0.06	0.46
O4.1	-25.71	-17.91	0.11	0.47
O4.2	-25.82	-17.50	0.03	0.47

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11449.6	-2498.09	282.948	-2805.89	366.258	107.916
D2	11057.28	-264.6	82.362	-1388.03	108.87	0
D3	-11652	240.3	89.91	-1309.84	79.782	0
D4	11392.06	-25.65	62.106	-1404.74	102.306	0
D5	-7170.15	-14.85	45.906	-1124.9	70.11	0
D6	6970.806	-13.5	36.804	-1198.53	91.44	0
D7	-3503.62	56.7	34.104	-1175.04	83.478	0
D8	3266.664	33.75	23.652	-1178.96	118.53	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
D1	6.40	-27.60	0.75	1.37
D2	30.30	6.56	0.13	0.48
D3	-8.41	-30.43	0.14	0.35
D4	26.06	11.92	0.10	0.45
D5	-8.78	-24.19	0.12	0.39
D6	24.16	7.89	0.09	0.51
D7	1.37	-17.48	0.09	0.46
D8	16.19	-1.17	0.06	0.66

4.2.14 Комбинација 1.4ц / Combination 1.4c

KOMBINACIJA 1.4.c

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	6769.068	-44797	6564.606	0	106.272	338.334
U1.2	6769.068	-23088.3	4902.246	0	93.456	1063.359
U1.3	6769.068	-8224.26	3879.882	0	92.952	1245.42
U2.1	16593.76	3922.248	1516.638	0	116.82	1144.032
U2.2	16593.76	6867.456	567.918	0	115.62	867.366
U2.3	16593.76	6535.356	1908.426	0	120.42	972.216
U3.1	24376.38	1433.874	1848.024	0	75.396	1069.128
U3.2	24376.38	6453.198	488.904	0	75.396	742.572
U3.3	24376.38	6740.748	1453.746	0	80.196	217.296
U4.1	28075.01	3081.93	1672.92	0	30.372	915.732
U4.2	28075.01	7653.594	325.95	0	31.572	594.246
U4.3	28075.01	7609.044	1526.154	0	31.572	245.682
U4.4	28075.01	3133.956	1631.604	0	36.372	245.682

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
U1.1	28.87	-22.11	4.02	0.36
U1.2	22.59	-14.88	5.61	1.17
U1.3	15.10	-5.12	6.07	1.77
U2.1	7.11	16.76	3.19	1.69
U2.2	3.45	20.34	1.75	1.34
U2.3	3.87	19.94	3.44	1.49
U3.1	15.82	19.35	3.49	1.51
U3.2	9.59	25.46	1.50	1.10
U3.3	9.23	25.81	1.96	0.45
U4.1	16.44	24.02	3.09	1.21
U4.2	10.77	29.59	1.12	0.81
U4.3	10.82	29.53	2.08	0.38
U4.4	16.38	24.09	2.20	0.39

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10125.6	-53.538	198.216	-1129.4	293.766	0
O1.2	-10125.6	485.484	55.284	751.998	160.368	0
O2.1	-20202.4	887.382	228.786	-728.964	417.636	0
O2.2	-20202.4	1166.16	120.714	1147.848	309.564	0
O3.1	-25766	1472.796	210.084	-825.396	535.794	0
O3.2	-25766	1571.454	83.766	1255.662	391.158	0
O4.1	-27433.3	1474.596	181.626	-873.84	563.694	0
O4.2	-27433.3	1632.042	65.574	1257.276	398.406	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
O1.1	-22.16	-22.65	0.62	0.96
O1.2	-22.26	-17.83	0.17	0.53
O2.1	-23.54	-18.20	0.36	0.99
O2.2	-25.70	-18.69	0.19	0.74
O3.1	-22.95	-16.23	0.24	0.96
O3.2	-24.23	-17.06	0.10	0.70
O4.1	-24.24	-17.51	0.21	1.01
O4.2	-25.52	-18.07	0.07	0.71

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-10792.4	-2404.21	315.12	-2752.21	344.91	106.644
D2	10449.64	-264.6	78.066	-1143.1	96.15	0
D3	-11163.1	240.3	93.63	-1103.49	74.202	0
D4	10915.96	-25.65	66.522	-1010.3	103.974	0
D5	-6995.89	-14.85	50.322	-818.562	71.778	0
D6	6787.698	-13.5	42.168	-645.33	89.256	0
D7	-3493.99	56.7	38.268	-766.452	84.894	0
D8	3260.808	33.75	23.964	-799.494	87.546	0

	σy,sup	σy,inf	τZ	τy
D1	6.50	-26.49	0.79	1.31
D2	28.14	6.69	0.12	0.43
D3	-8.56	-28.65	0.15	0.33
D4	23.42	12.96	0.10	0.46
D5	-10.34	-21.83	0.13	0.40
D6	20.19	11.02	0.11	0.50
D7	-1.23	-14.84	0.10	0.47
D8	13.75	1.25	0.06	0.49

4.2.15 Комбинација 1.4д / Combination 1.4d

KOMBINACIJA 1.4.d

	N	M3	T2	M2	T3	M1
U1.1	6348.66	-46454.4	6086.502	0	112.908	307.47
U1.2	6348.66	-24555.6	4931.538	0	96.108	1025.919
U1.3	6348.66	-8914.61	3953.142	0	91.308	1255.668
U2.1	16559.77	4086.924	1290.282	0	116.82	1180.944
U2.2	16559.77	6874.788	457.254	0	115.62	894.186
U2.3	16559.77	6542.688	1693.194	0	121.872	988.86
U3.1	24568.33	1465.158	1645.032	0	76.848	1125.06
U3.2	24568.33	6468.726	422.316	0	75.396	777.36
U3.3	24568.33	6756.276	1247.274	0	84.552	230.988
U4.1	28342.7	3182.742	1470.936	0	30.372	970.536
U4.2	28342.7	7663.506	255.066	0	30.12	619.314
U4.3	28342.7	7618.956	1322.778	0	34.476	285.294
U4.4	28342.7	3265.524	1428.228	0	39.276	285.294

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-10449.2	-567.27	179.472	-530.694	152.394	0
O1.2	-10449.2	484.8	133.572	558.642	186.048	0
O2.1	-20721.2	1036.266	183.57	-713.124	226.38	0
O2.2	-20721.2	1184.712	113.37	776.148	242.868	0
O3.1	-26350.2	1575.396	157.224	-873.672	264.018	0
O3.2	-26350.2	1589.382	62.214	838.122	269.01	0
O4.1	-27982.5	1509.024	91.638	-922.116	272.91	0
O4.2	-27982.5	1645.302	13.338	872.52	272.91	0

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11260.9	-2473.41	293.112	-2834.93	356.094	106.464
D2	10843.84	-264.6	79.458	-1151.35	103.062	0
D3	-11448.8	240.3	88.458	-1123.99	75.426	0
D4	11207.66	-25.65	63.558	-990.924	102.306	0
D5	-7125.14	-14.85	45.906	-812.718	68.658	0
D6	6918.534	-13.5	38.256	-751.314	89.988	0
D7	-3484.75	56.7	35.556	-794.616	80.574	0
D8	3250.692	33.75	25.104	-746.262	117.078	0

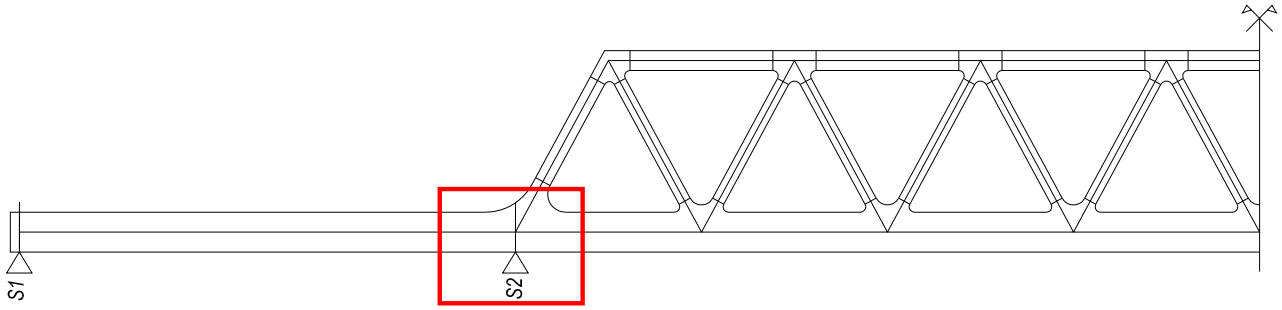
	σy,sup	σy,inf	τz	τy
U1.1	29.71	-23.17	3.72	0.35
U1.2	23.58	-16.27	5.60	1.14
U1.3	15.65	-6.27	6.17	1.78
U2.1	6.88	16.93	2.98	1.74
U2.2	3.42	20.33	1.65	1.38
U2.3	3.83	19.92	3.21	1.51
U3.1	15.92	19.52	3.32	1.58
U3.2	9.71	25.61	1.46	1.14
U3.3	9.35	25.96	1.74	0.48
U4.1	16.51	24.34	2.92	1.28
U4.2	10.95	29.79	1.07	0.84
U4.3	11.00	29.74	1.89	0.43
U4.4	16.41	24.44	2.02	0.45

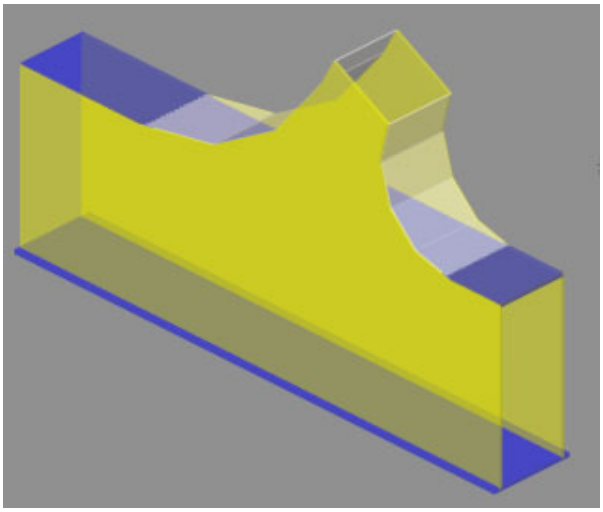
	σy,sup	σy,inf	τz	τy
O1.1	-17.11	-22.29	0.56	0.50
O1.2	-21.67	-17.24	0.42	0.61
O2.1	-24.36	-18.13	0.29	0.54
O2.2	-24.97	-17.85	0.18	0.58
O3.1	-23.69	-16.50	0.18	0.47
O3.2	-23.63	-16.38	0.07	0.48
O4.1	-24.81	-17.92	0.10	0.49
O4.2	-24.96	-17.45	0.02	0.49

	σy,sup	σy,inf	τz	τy
D1	6.55	-27.41	0.76	1.34
D2	28.84	7.31	0.12	0.46
D3	-8.94	-29.22	0.14	0.34
D4	23.82	13.54	0.10	0.45
D5	-10.67	-22.09	0.12	0.38
D6	21.17	10.64	0.10	0.50
D7	-1.03	-15.00	0.09	0.45
D8	13.38	1.56	0.06	0.65

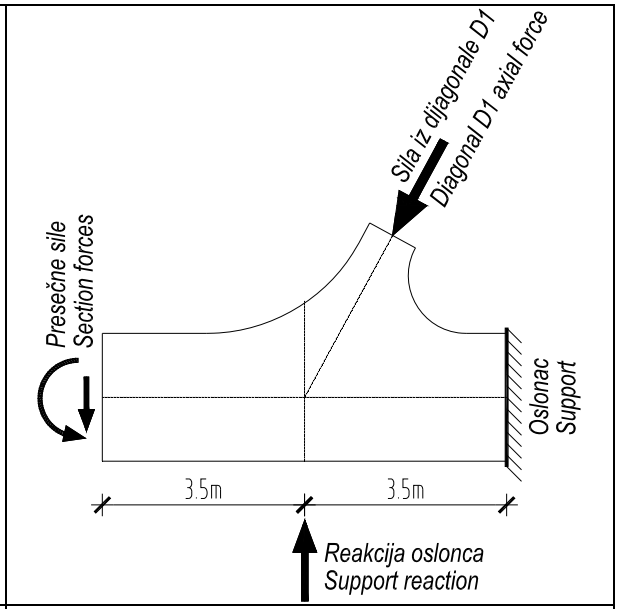
4.3 Контрола напона у моделу са коначним елементима/ Stress analysis in finity elements model

Детаљна анализа напонске слике урађена ја за чвор изнад лежишта на стубу S2 (S3). Анализа је урађена у моделу са коначним елементима./ Detail analysis of stresses in supports at S2 and S3 area has bean derived in finity elements model





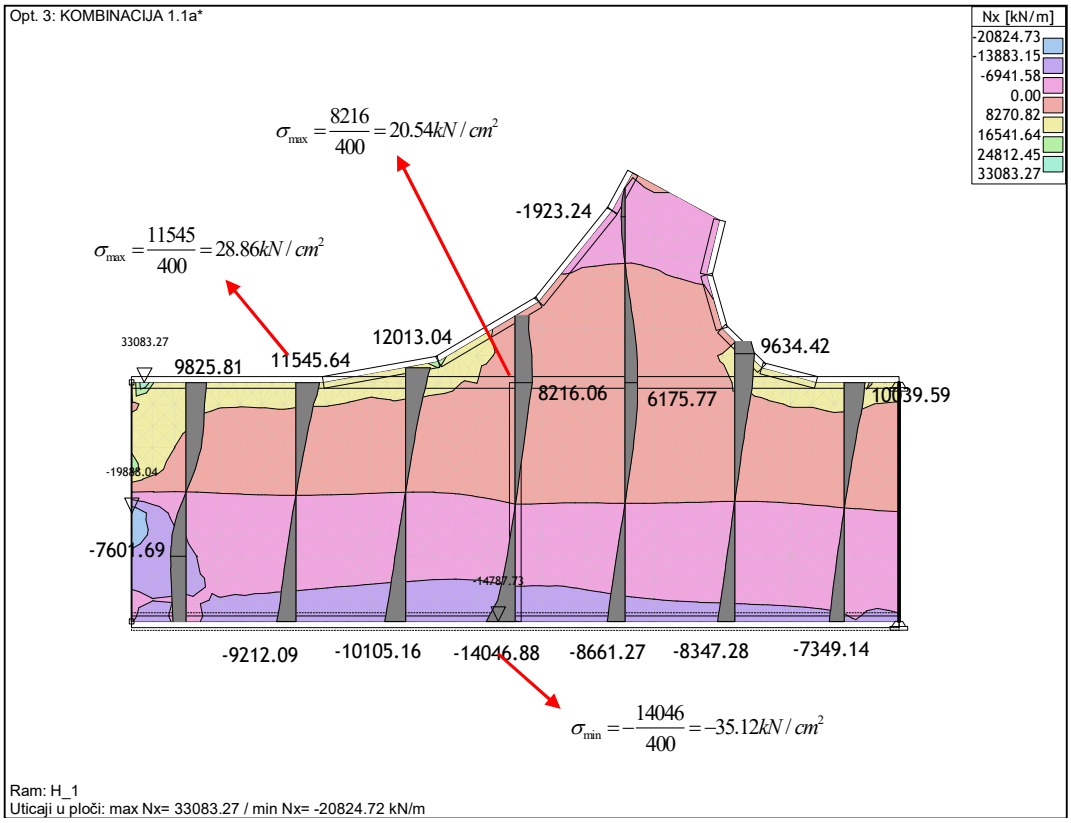
Слика модела/ Model

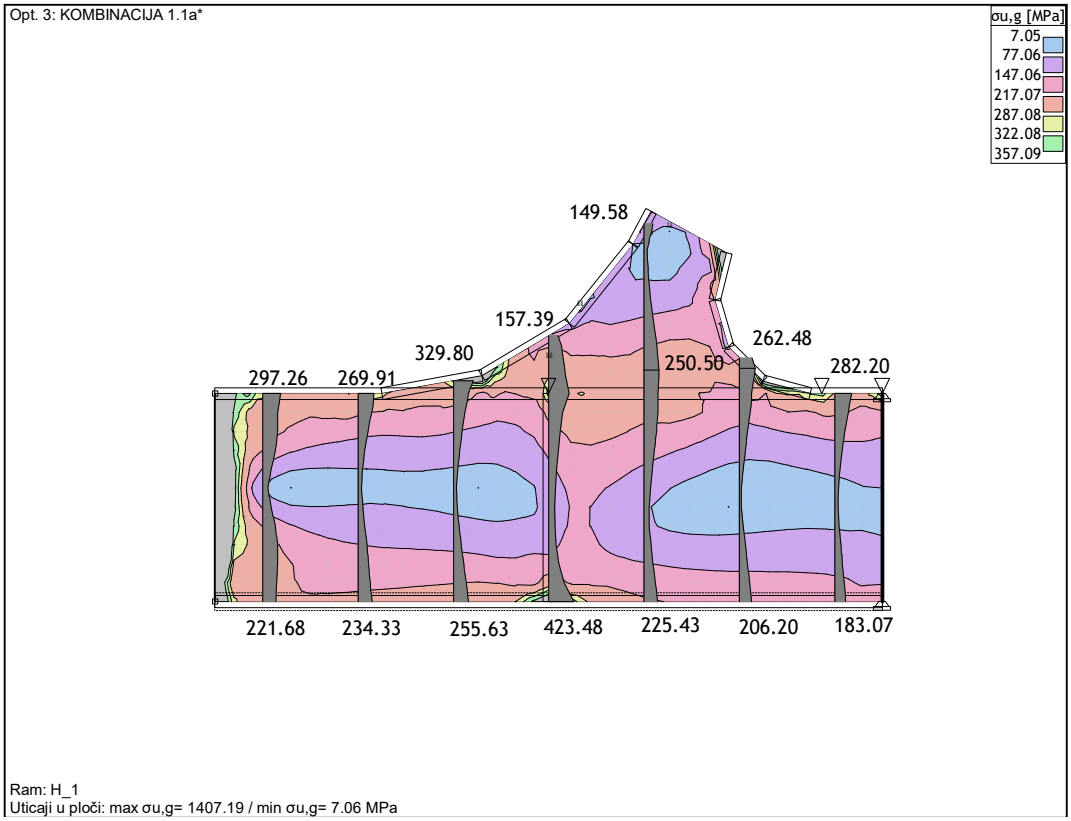


Принцип моделирања/ Modeling principle

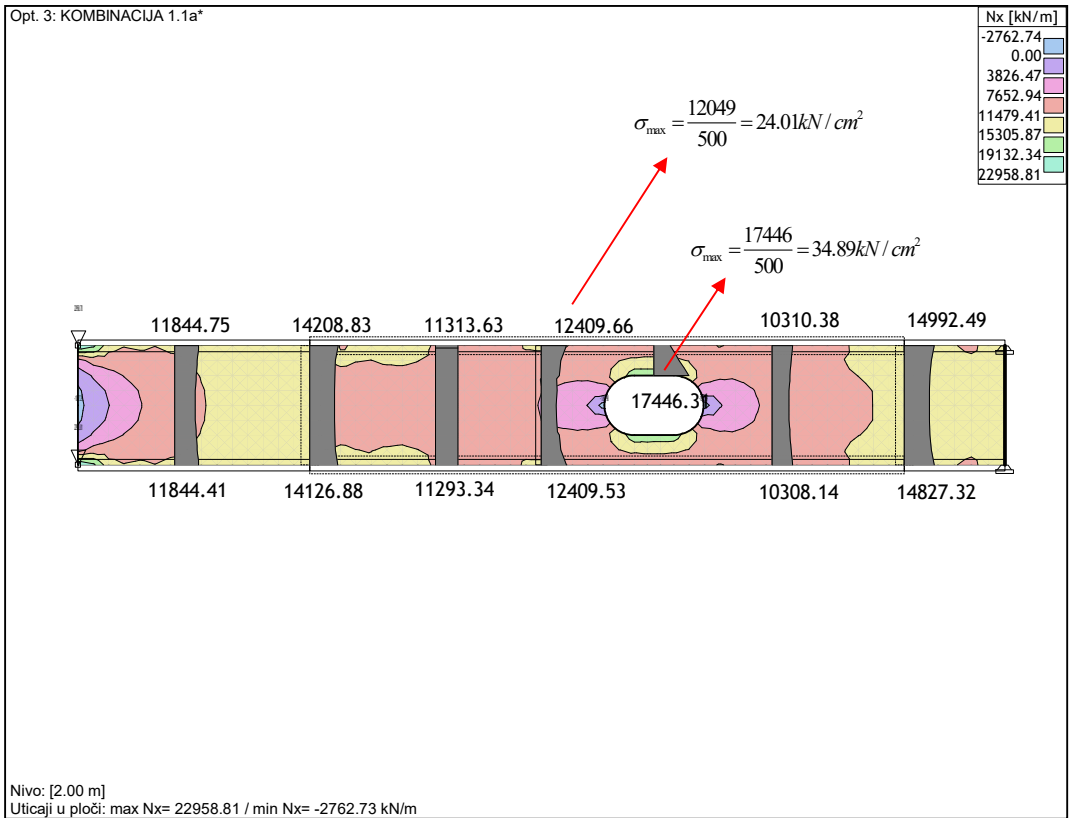
Сви доле приказани утицаји су од комбинације оптерећења 1.1a./ All section forces shown bellow are for load combination 1.1a.

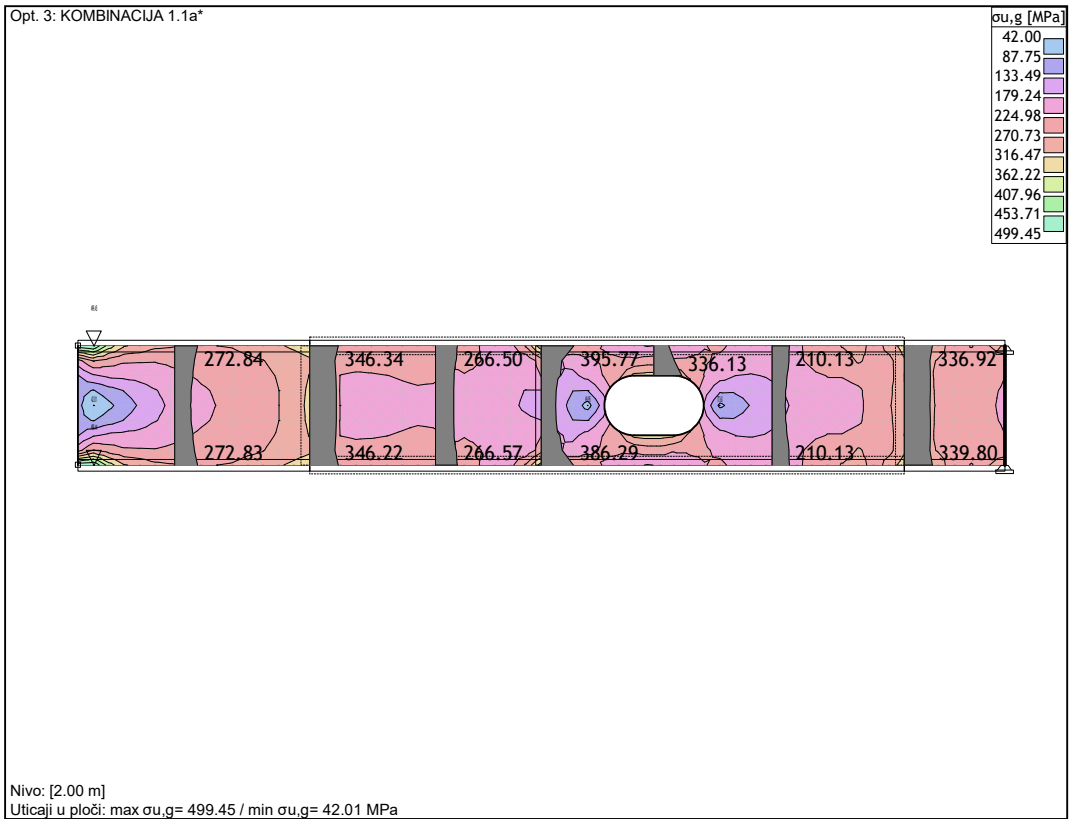
4.3.1 Напони у вертикалном лиму / Web stresses



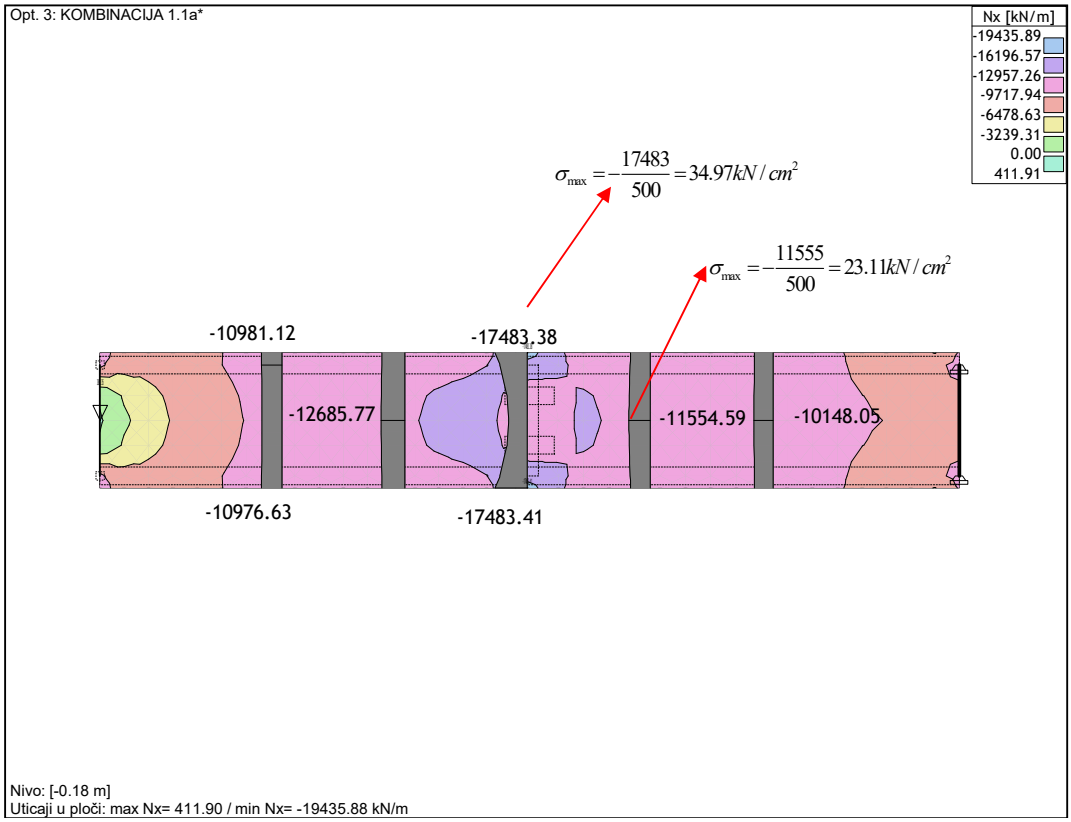


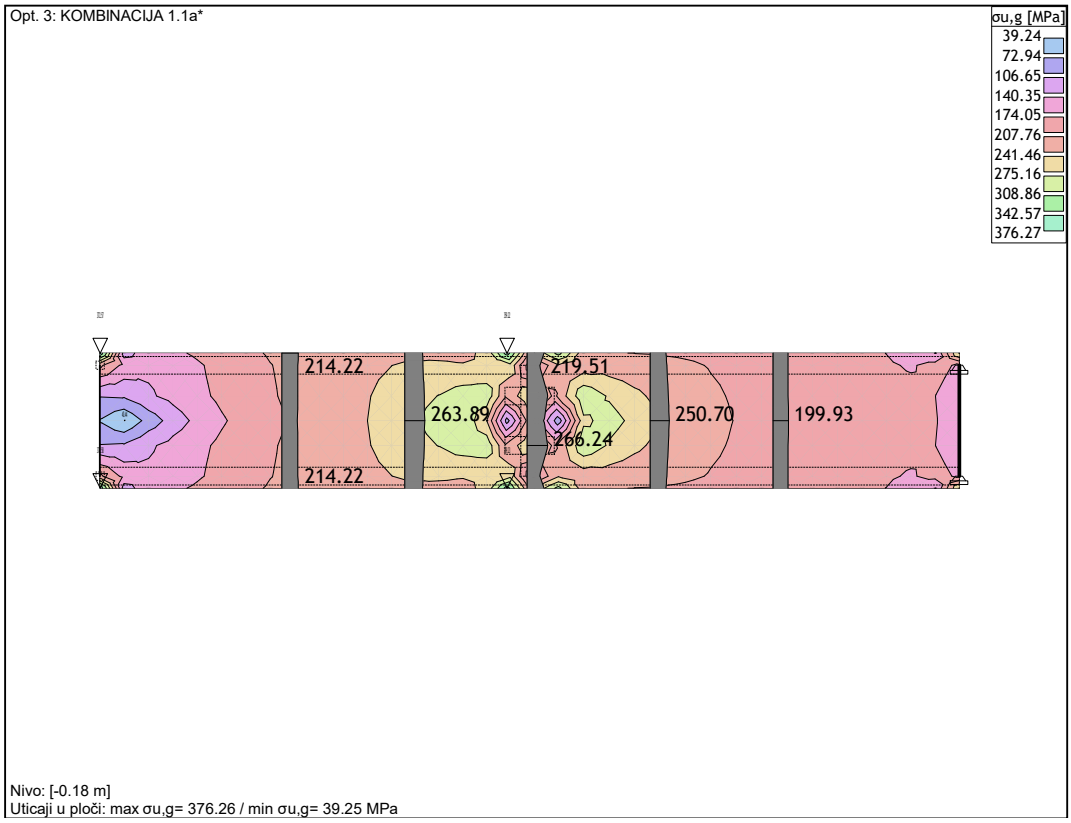
4.3.2 Напони у горњој фланши / Top flange stresses


Opt. 3: KOMBINACIJA 1.1a*
Nx [kN/m]
-2762.74
0.00
3826.47
7652.94
11479.41
15305.87
19132.34
22958.81
$\sigma_{max} = \frac{12049}{500} = 24.01 kN/cm^2$
$\sigma_{max} = \frac{17446}{500} = 34.89 kN/cm^2$
11844.75
14208.83
11313.63
12409.66
10310.38
14992.49
17446.31
11844.41
14126.88
11293.34
12409.53
10308.14
14827.32
Nivo: [2.00 m]
Uticaji u ploči: max Nx= 22958.81 / min Nx= -2762.73 kN/m

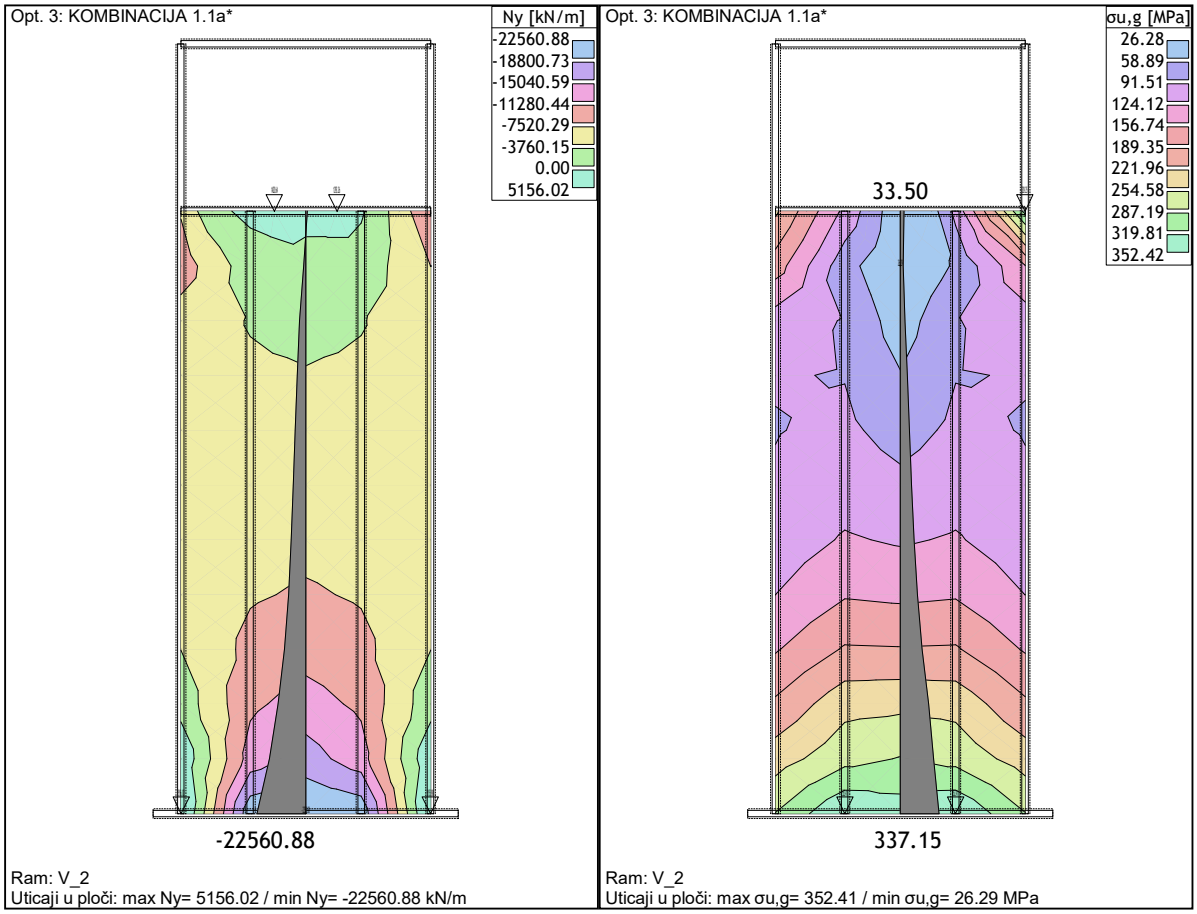

Opt. 3: KOMBINACIJA 1.1a*
σu,g [MPa]
42.00
87.75
133.49
179.24
224.98
270.73
316.47
362.22
407.96
453.71
499.45
272.84
346.34
266.50
395.77
336.13
210.13
336.92
272.83
346.22
266.57
386.29
210.13
339.80
Nivo: [2.00 m]
Uticaji u ploči: max σu,g= 499.45 / min σu,g= 42.01 MPa

4.3.3 Напони у доњој фланши / Bottom flange stresses





4.3.4 Напони у ослоначкој дијафрагми / Supporet cross stiffener stresses



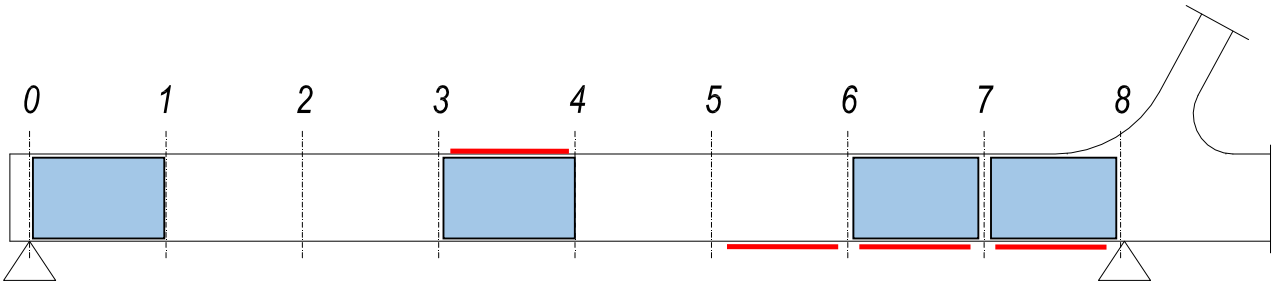
4.3.5 Коментари/ Comments

- Напони добијени анализом са коначним елементима показују веома добро поклапање резултата као и напони одређени у 4.1 и 4.2./ Stresses from finity elements analysis are very similar with stresses in ch. 4.1 and 4.2.
- Очекивана разлика уочљива је на горњој фланши због доприноса чворних лимова за везу са дијагоналом, те су стварни напони у овој зони нижег интензитета него они добијени у поглављима 4.1 и 4.2. Оваква напонска слика омогућила је да се предвиди отвор у горњој флаши кроз који се омогућава улазак у дијагоналу./ Differences in stresses comparing to ones from ch 4.1 and 4.2 detected in top flange are expected due to contribution of diagonal connection plate. This allowed forming an opening for entering in to diagonal.
- Добијене вредности напона су у границама дозвољених./ All stresses are in permissible limits.

5. СТАБИЛНОСТ / BUCKLING

5.1 Распони 1 и 3/ Spans 1 and 3

Провера стабилности плочастих елемената биће урађена према SRPS EN 1993-1-5./ Buckling contol wil be acc SRPS EN 1993-1-5.
Приказ елемената за проверу стабилности/ Elements for buckling control



5.1.1 Стабилност горње фланше/ Top flange buckling

5.1.1.1 Горња фланша између пресека 3 и 4

Материјал: S355, $f_y = 35.5kN/cm^2$, $t = 25mm$

$\sigma_{Ed,\min} = -25.53kN/cm^2$ **- Комбинација 1.1а, пресек 3**

Класификација фланше: b/t=90/2.5=36>42ε=34.
Фланша је класе 4. Неопходна је провера на избочавање

$$\psi = 1.0$$

$$\alpha_{ult,k} = \frac{f_y}{\sigma_{Ed}} = \frac{35.50}{25.53} = 1.39$$

$$\overline{\lambda_p} = \frac{b/t}{28.4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} = \frac{90/2.5}{28.4 \cdot 0.81 \cdot \sqrt{4}} = 0.782$$

$$0.5 + \sqrt{0.085 - 0.055 \cdot \psi} = 0.6732 < \overline{\lambda_p}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\overline{\lambda_p} - 0.055 \cdot (3+\psi)}{\overline{\lambda_p}^2} = 0.919$$

$$\alpha_{rD} = \frac{\rho \cdot \alpha_{ult,k}}{\gamma_{M1}} = \frac{0.919 \cdot 1.39}{1.1} = 1.16 > 1 \Rightarrow OK$$

5.1.2 Стабилност доње фланше/ Bottom flange buckling

5.1.2.1 Доња фланша између пресека 5 и 6

Материјал: S355, $f_y = 35.5kN/cm^2$, $t = 20mm$

$\sigma_{Ed,\min} = -19.00kN/cm^2$ **- Комбинација 1.1а, пресек 6**

Класификација фланше: b/t=90/2.0=45>42ε=34.
Фланша је класе 4. Неопходна је провера на избочавање

$$\psi = 1.0$$

$$\alpha_{ult,k} = \frac{f_y}{\sigma_{Ed}} = \frac{35.50}{19.00} = 1.868$$

$$\overline{\lambda_p} = \frac{b/t}{28.4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} = \frac{90/2}{28.4 \cdot 0.81 \cdot \sqrt{4}} = 0.978$$

$$0.5 + \sqrt{0.085 - 0.055 \cdot \psi} = 0.6732 < \overline{\lambda_p}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\overline{\lambda_p} - 0.055 \cdot (3 + \psi)}{\overline{\lambda_p}^2} = 0.907$$

$$\alpha_{rD} = \frac{\rho \cdot \alpha_{ult,k}}{\gamma_{M1}} = \frac{0.907 \cdot 1.868}{1.1} = 1.540 > 1 \Rightarrow OK$$

5.1.2.2 Доња фланша између пресека 6 и 7/ Bottom flange between node 6 and 7

Материјал: S355, $f_y = 35.5 kN/cm^2$, $t = 35 mm$

$\sigma_{Ed,\min} = -23.60 kN/cm^2$ **- Комбинација 1.1а, пресек 7**

Класификација фланше: b/t=90/3.5=25.7<33ε=26.7
Фланша је класе 1. Провера на избочавање није потребна

5.1.2.3 Доња фланша између пресека 7 и 8/ Bottom flange between node 7 and 8

Материјал: S460, $80mm > t = 50mm > 40mm \Rightarrow f_y = 43.0$

$\sigma_{Ed,\min} = -27.70 kN/cm^2$ **- Комбинација 1.1а, пресек 8**

Класификација фланше: b/t=90/5=18<33ε=23.43
Фланша је класе 1. Провера на избочавање није потребна

5.1.3 Стабилност ребра/ Web buckling

5.1.3.1 Поље између пресека 0 и 1/ Plate between nodes 0 and 1

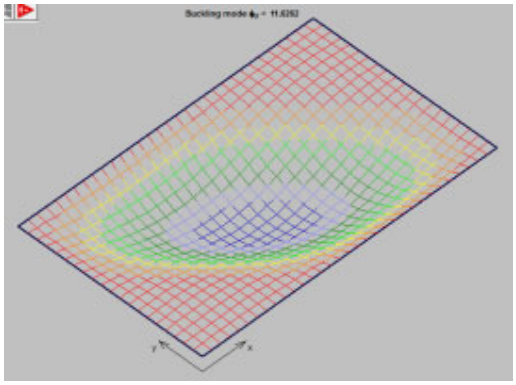
Комбинација 1.1а. Провера на смичуће напоне $\tau_{z,Ed} = 6.91 kN/cm^2$

Материјал: S355, $f_y = 35.5 kN/cm^2$, $t = 16 mm$

Класификација ребра: b/t=215/1.6=134.4>124ε=100.44
Ребро је класе 4. Неопходна је провера на избочавање

Прорачунска носивост:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$ - занемарен је допринос ножица



$\tau_{cr} = k_\tau \cdot \sigma_E = 6.902 \cdot 10.51 = 72.55 kN/cm^2$

$$\overline{\lambda_w} = 0.76 \cdot \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}} = 0.76 \cdot \sqrt{\frac{35.5}{72.55}} = 0.53$$

$\eta = 1.0$- СРПС ЕН 1993-1-5/НА

$\overline{\lambda_w} = 0.53 < 0.83/\eta = 0.83 \Rightarrow \chi_W = \eta = 1.0$

$$V_{b,Rd} = \frac{1.0 \cdot 35.5 \cdot 215 \cdot 1.6}{\sqrt{3} \cdot 1.1} = 6410 kN$$

$V_{Ed} = 6.91 \cdot 215 \cdot 1.6 = 2377 kN$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} = 0.371 \le 1.0 \Rightarrow OK$$

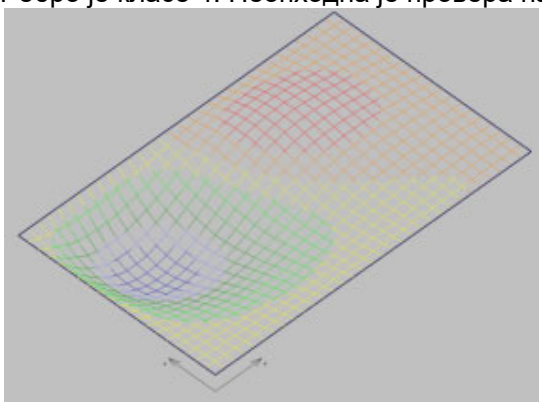
5.1.3.2 Поље између пресека 3 и 4/ Plate between nodes 3 and 4

Комбинација 1.1а

$\sigma_{Ed,\sup} = -25.53 kN/cm^2$, $\sigma_{Ed,\inf} = 24.42 kN/cm^2$, $\psi = -1.0$, $\tau_{z,Ed} = 1.87 kN/cm^2$

Материјал: S355, $f_y = 35.5 kN/cm^2$, $t = 16 mm$

Класификација ребра: b/t=215/1.6=134.4>124ε=100.44
Ребро је класе 4. Неопходна је провера на избочавање



$\alpha_{cr} = 0.918$, $\sigma_E = 10.51 kN/cm^2$

$$\alpha_{ult,k} = \frac{f_y}{\sigma_{Ed}} = \frac{35.5}{25.53} = 1.39$$

$$\overline{\lambda_p} = \sqrt{\frac{\alpha_{ult,k}}{\alpha_{cr}}} = \sqrt{\frac{1.390}{0.918}} = 1.231$$

$$0.5 + \sqrt{0.085 - 0.055 \cdot \psi} = 0.874 < \overline{\lambda_p}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\overline{\lambda_p} - 0.055 \cdot (3 + \psi)}{\overline{\lambda_p}^2} = 0.739$$

$$\alpha_{Rd} = \frac{\rho \cdot \alpha_{ult,k}}{\gamma_{M1}} = \frac{0.739 \cdot 1.53}{1.1} = 1.028 > 1 \Rightarrow OK$$

5.1.3.3 Поље између пресека 6 и 7/ Plate between nodes 6 and 7

Комбинација 1.1а

$\sigma_{Ed,\sup} = 26.36 kN/cm^2$, $\sigma_{Ed,\inf} = -25.46 kN/cm^2$, $\psi = -1.0$, $\tau_{z,Ed} = 6.64 kN/cm^2$

Материјал: S355, $f_y = 35.5 kN/cm^2$, $t = 25 mm$

Класификација ребра: b/t=215/2.5=86<124ε=100.44
Ребро је класе 3. Провера на избочавање није неопходна.

5.1.3.4 Поље између пресека 7 и 8/ Plate between nodes 7 and 8

Комбинација 1.1а

$\sigma_{Ed,\sup} = 32.3 kN/cm^2$, $\sigma_{Ed,\inf} = -29.89 kN/cm^2$, $\psi = -1.0$, $\tau_{z,Ed} = 4.99 kN/cm^2$

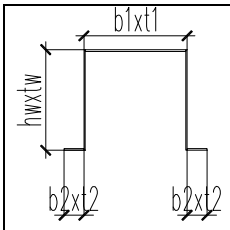
Материјал: S355, $f_y = 46.0 kN/cm^2$, $t = 40 mm$

Класификација ребра: b/t=215/4=53.8<83ε=58.93
Ребро је класе 2. Провера на избочавање није неопходна.

5.2 Распон 2/ Span 2

5.2.1 Горњи појас/ Top chord

5.2.1.1 Горњи појас O1,O7/ Top chord O1,O7



Класификација пресека

Горња фланша: c/t=90/2 =45 > 42ε=34.02 ⟶ класа 4

Ребро: c/t=106/1.5=70.7 > 42ε=34.02 ⟶ класа 4

Доња фланша: c/t=25/2.5=10 < 14ε=11.34 ⟶ класа 3

Попречни пресек је класе 4

Ефективни пресек

Горња фланша

$$\overline{\lambda_p} = \frac{b/t}{28.4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} = \frac{90/2.0}{28.4\cdot 0.81\cdot\sqrt{4}} = 0.978$$

$$0.5+\sqrt{0.085-0.055\cdot\psi} = 0.874 < \overline{\lambda_p}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\overline{\lambda_p} - 0.055\cdot(3+\psi)}{\overline{\lambda_p}^2} = 0.792$$

Ребро

$$\overline{\lambda_p} = \frac{b/t}{28.4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} = \frac{106/2.0}{28.4\cdot 0.81\cdot\sqrt{4}} = 1.152$$

$$0.5+\sqrt{0.085-0.055\cdot\psi} = 0.874 < \overline{\lambda_p}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\overline{\lambda_p} - 0.055\cdot(3+\psi)}{\overline{\lambda_p}^2} = 0.702$$

	A	Iy	Iz	hy,sup	hy,sup	hz	Wy,sup	Wy,inf	Wz
O1	635.0	1204703.0	1253908.0	-50.3	59.7	71.5	-23950.4	20179.28	17537.17
O1 eff	508.0	1100316.0	1065664.0	-52.9	57.1	71.5	-20799.9	19269.98	14904.39

Меродавни утицаји из комбинације 1.1a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O1.1	-11246.6	-834.125	163.062	-461.409	144.1315	0
O1.2	-11246.6	501.624	117.162	541.5915	174.236	0

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2\cdot E\cdot I_{eff}}{L^2} = \frac{3.14^2\cdot 21000\cdot 1100316}{1035^2} = 212674kN,\qquad \overline{\lambda_y} = \sqrt{\frac{A_{eff}\cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{508\cdot 35.5}{212674}} = 0.291$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2\cdot E\cdot I_{eff}}{L^2} = \frac{3.14^2\cdot 21000\cdot 1065664}{517.5^2} = 823907kN,\qquad \overline{\lambda_z} = \sqrt{\frac{A_{eff}\cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{508\cdot 35.5}{823907}} = 0.148$$

Меродавно је извијање у равни решетке.

$$\phi_y = 0.5\cdot(1+\alpha\cdot(\overline{\lambda}_y - 0.2)+\overline{\lambda}_y^{\,2}) = 0.5\cdot(1+0.49\cdot(0.291-0.2)+0.291^2) = 0.565$$

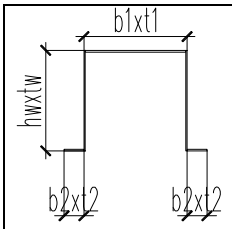
$$\chi_y = \frac{1.0}{\phi+\sqrt{\phi^2-\overline{\lambda_y}^2}} = \frac{1.0}{0.565+\sqrt{0.565^2-0.291^2}} = 0.953$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,eff}\cdot f_y = 19270\cdot 35.5 = 6840.9kNm$$
$$M_{z,Rk} = W_{z,eff}\cdot f_y = 14904\cdot 35.5 = 5290.9kNm$$
$$N_{Rk} = A_{eff}\cdot f_y = 508\cdot 35.5 = 18034.0kN$$

Услов:

$$\frac{\frac{11246.6}{0.953\cdot 18034.0}}{1.1} + \frac{\frac{834.1}{6840.9}}{1.1} + \frac{\frac{461.4}{5290.9}}{1.1} = 0.863 \le 1 \Rightarrow OK$$

5.2.1.2 Горњи појас O2,O6/ Top chord O2,O6



Класификација пресека

Горња фланша: c/t=90/3 =30 < 38ε=30.8 ⟶ класа 2

Ребро: c/t=103/3.0=34.3 ≈ 42ε=34.02 ⟶ класа 3

Доња фланша: c/t=25/3=8.33 < 14ε=11.34 ⟶ класа 3

Попречни пресек је класе 3

Ефективни пресек

Ребро

$$\overline{\lambda_p} = \frac{b/t}{28.4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} = \frac{104/2.5}{28.4\cdot 0.81\cdot\sqrt{4}} = 0.904$$

$$0.5 + \sqrt{0.085 - 0.055\cdot\psi} = 0.874 < \overline{\lambda_p}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\overline{\lambda_p} - 0.055\cdot(3+\psi)}{\overline{\lambda_p}^2} = 0.837$$

	A	Iy	Iz	hy,sup	hy,sup	hz	Wy,sup	Wy,inf	Wz
O2	1080.0	1829797.0	2166680.0	-49.0	61.0	73.0	-37342.8	29996.67	29680.55
	1080.0	1829797.0	2166680.0	-49.0	61.0	73.0	-37342.8	29996.67	29680.55

Меродавни утицаји из комбинације 1.1a

O2.1	-22424.7	1236.678	175.8945	-666.977	214.9905	0
O2.2	-22424.7	1338.504	105.6945	753.7405	222	0

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2\cdot E\cdot I_{eff}}{L^2} = \frac{3.14^2\cdot 21000\cdot 1829797}{1035^2} = 353672kN,$$

$$\overline{\lambda_y} = \sqrt{\frac{A_{eff}\cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{879.2\cdot 35.5}{353672}} = 0.297$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2\cdot E\cdot I_{eff}}{L^2} = \frac{3.14^2\cdot 21000\cdot 2166680}{517.5^2} = 1675146kN,$$

$$\overline{\lambda_z} = \sqrt{\frac{A_{eff}\cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{879.2\cdot 35.5}{1675146}} = 0.136$$

Меродавно је извијање у равни решетке.

$$\phi_y = 0.5\cdot(1+\alpha\cdot(\overline{\lambda}_y - 0.2) + \overline{\lambda}_y^{\,2}) = 0.5\cdot(1+0.49\cdot(0.297-0.2)+0.297^2) = 0.568$$

$$\chi_y = \frac{1.0}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \overline{\lambda_y}^2}} = \frac{1.0}{0.568+\sqrt{0.568^2 - 0.297^2}} = 0.950$$

$$M_{y,Rk} = W_{y,eff}\cdot f_y = 30024\cdot 35.5 = 10658.5kNm$$

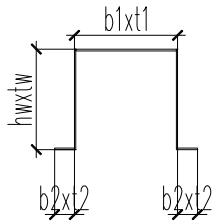
$$M_{z,Rk} = W_{z,eff}\cdot f_y = 29680\cdot 35.5 = 10536.4kNm$$

$$N_{Rk} = A_{eff}\cdot f_y = 1080\cdot 35.5 = 38340kN$$

Услов:

$$\frac{22425}{\frac{0.952\cdot 38340}{1.1}} + \frac{1236.7}{\frac{10658.5}{1.1}} + \frac{667}{\frac{10536.4}{1.1}} = 0.873 \le 1 \Rightarrow OK$$

5.2.1.3 Горњи појас O3,O4,O5/ Top chord O3,O4,O5



Класификација пресека

Горња фланша: c/t=90/4 =22.5 < 38ε=26.7⟶ класа 1

Ребро: c/t=102/3.0=34 < 42ε=34.02⟶ класа 3

Доња фланша: c/t=30/3=10 < 14ε=11.34⟶ класа 3

Попречни пресек је класе 3

Геометријске карактеристике бруто пресека

A	Iy	Iz	hy,sup	hy,sup	hz	Wy,sup	Wy,inf	Wz
1440.0	2411182.0	2954960.0	-49.0	61.0	74.0	-49207.8	39527.57	39931.892

Меродавни утицаји из комбинације 1.1a у штапу O4

	N	M3	T2	M2	T3	M1
O4.1	-30958.8	1833.566	96.386	-958.892	260.068	0
O4.2	-30958.8	1967.782	18.086	889.376	260.068	0

$$N_{cr,y}=\frac{\pi^2\cdot E\cdot I}{L^2}=\frac{3.14^2\cdot 21000\cdot 2411182}{1035^2}=466045kN,\qquad \overline{\lambda_y}=\sqrt{\frac{A\cdot f_y}{N_{cr}}}=\sqrt{\frac{1440\cdot 35.5}{466045}}=0.331$$

$$N_{cr,z}=\frac{\pi^2\cdot E\cdot I}{L^2}=\frac{3.14^2\cdot 21000\cdot 2954960}{517.5^2}=2284596kN,\qquad \overline{\lambda_z}=\sqrt{\frac{A\cdot f_y}{N_{cr}}}=\sqrt{\frac{1440\cdot 35.5}{2954960}}=0.132$$

Меродавно је извијање у равни решетке.

$$\phi_y=0.5\cdot(1+\alpha\cdot(\overline{\lambda}_y-0.2)+\overline{\lambda}_y{}^2)=0.5\cdot(1+0.49\cdot(0.331-0.2)+0.331^2)=0.587$$

$$\chi_y=\frac{1.0}{\phi+\sqrt{\phi^2-\overline{\lambda_y}^2}}=\frac{1.0}{0.587+\sqrt{0.587^2-0.331^2}}=0.933$$

$$M_{y,Rk}=W_y\cdot f_y=49208\cdot 35.5=17469kNm$$
$$M_{z,Rk}=W_z\cdot f_y=39528\cdot 35.5=14032Nm$$
$$N_{Rk}=A\cdot f_y=1440\cdot 35.5=51120kN$$

Услов:

$$\frac{30959}{\frac{0.933\cdot 51120}{1.1}}+\frac{1968}{\frac{17469}{1.1}}+\frac{959}{\frac{14032}{1.1}}=0.913\le 1\Rightarrow OK$$

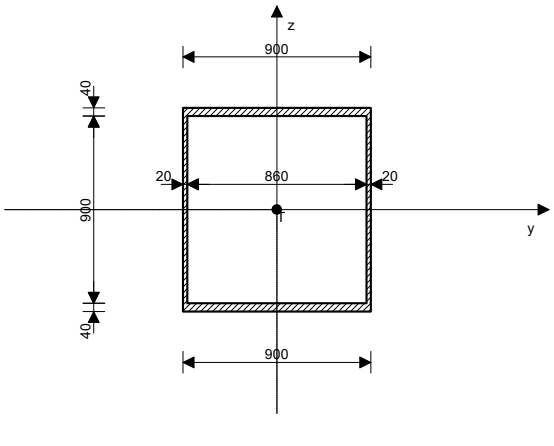
5.2.2 Дијагонале/ Diagonals

5.2.2.1 Дијагонала D1/ Diagonal D1

Меродавни утицаји су из комбинације 1.1a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-12298.7	-2658.86	271.042	-3393.04	396.036	161.28

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESEKA



Ax =	1080.0	cm2
Ay =	720.00	cm2
Az =	360.00	cm2
Ix =	1.98e+6	cm4
Iy =	1.83e+6	cm4
Iz =	1.18e+6	cm4
Wy =	37438	cm3
Wz =	26291	cm3
Wy,pl =	41940	cm3
Wz,pl =	32040	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
2. γ=0.65

ŠTAP IZLOŽEN PRITISKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 2, početak štapa)

Računska normalna sila	NEd =	-12299	kN
Transverzalna sila u y pravcu	VEd,y =	243.94	kN
Transverzalna sila u z pravcu	VEd,z =	-311.28	kN
Momenat savijanja oko y ose	MEd,y =	-3393.0	kNm
Momenat savijanja oko z ose	MEd,z =	2659.0	kNm
Momenat torzije	Mt =	-161.28	kNm
Sistemska dužina štapa	L =	1090.0	cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESEKA
Klasa preseka 2

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESEKA
6.2.4 Pritisak
Računska otpornost na pritisak Nc,Rd = 38340 kN
Uslov 6.9: NEd <= Nc,Rd (12299.00 <= 38340.00)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni otporni moment Wy,eff = 37438 cm3
Računska otpornost na savijanje Mc,Rd = 13290 kNm
Uslov 6.12: MEd,y <= Mc,Rd,y (3393.00 <= 13290.33)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni otporni moment Wz,eff = 25247 cm3
Računska otpornost na savijanje Mc,Rd = 8962.8 kNm
Uslov 6.12: MEd,z <= Mc,Rd,z (2659.00 <= 8962.77)

6.2.6 Smicanje

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,z =	7378.5	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,z =	7378.5	kN

Uslov 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (311.28 <= 7378.54)

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,y =	14247	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,y =	14247	kN

Uslov 6.17: VEd,y <= Vc,Rd,y (243.94 <= 14247.44)

6.2.10 Savijanje smicanje i aksijalna sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uslov: VEd,z <= 50%Vpl,Rd,z ; VEd,y <= 50%Vpl,Rd,y

6.2.9 Savijanje i aksijalna sila

Odnos NEd / Npl,Rd		0.321	
Reduk.moment plast.otp.na savijanje	MN,y,Rd =	12135	kNm
Koeficijent	α =	1.878	
Odnos (My,Ed / MN,y,Rd)^α		0.091	
Reduk.moment plast.otp.na savijanje	MN,z,Rd =	10301	kNm
Koeficijent	β =	1.878	
Odnos (Mz,Ed / MN,z,Rd)^β		0.079	

Uslov 6.41: (0.17 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	1090.0	cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.346	
Kriva izvijanja za osu y-y: C	α =	0.490	
Elastična kritična sila	Ncr,y =	3.20e+5	kN
Redukcioni koeficijent	χ,y =	0.925	
Računska otpornost na izvijanje	Nb,Rd,y =	32257	kN

Uslov 6.46: NEd <= Nb,Rd,y (12299.00 <= 32256.78)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	1090.0	cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.431	
Kriva izvijanja za osu z-z: B	α =	0.340	
Redukcioni koeficijent	χ,z =	0.914	
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd,z =	31842	kN

Uslov 6.46: NEd <= Nb,Rd,z (12299.00 <= 31842.34)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.879	
Koeficijent	C2 =	0.000	
Koeficijent	C3 =	0.939	
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000	
Koef.efekt.dužine torzionog uvrtanja	kw =	1.000	
Koordinata	zg =	0.000	cm
Koordinata	zj =	0.000	cm
Razmak bočno pridržanih tačaka	L =	1090.0	cm
Sektorski momenat inercije	Iw =	0.000	cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	1.08e+6	kNm
Odgovarajući otporni momenat	Wy =	41940	cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760	
Bezdimenziona vitkost	λLT_ =	0.117	
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	1.000	
Računska otpornost na izvijanje	Mb,Rd =	13535	kNm

Uslov 6.54: MEd,y <= Mb,Rd (3393.00 <= 13535.18)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog preseka opterećeni savijanjem i aksijalnim pritiskom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom

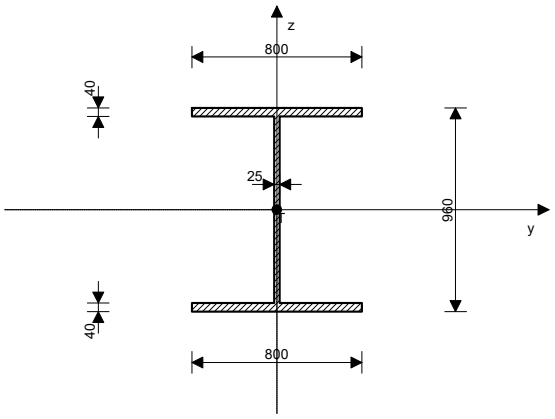
metodom br.2 (Aneks B)		
Koeficijent uniformnog momenta	Cmy =	0.600
Koeficijent uniformnog momenta	Cmz =	0.600
Koeficijent uniformnog momenta	CmLT =	0.600
Koeficijent interakcije	kyy =	0.633
Koeficijent interakcije	kyz =	0.392
Koeficijent interakcije	kzy =	0.380
Koeficijent interakcije	kzz =	0.654
Redukcioni koeficijent	χy =	0.925
NEd / (χy NRk / γM1)		0.381
kyy * (MyEd + ΔMyEd) / ...		0.159
kyz * (MzEd + ΔMzEd) / ...		0.101
Uslov 6.61: (0.64 <= 1)		
Redukcioni koeficijent	χz =	0.914
NEd / (χz NRk / γM1)		0.386
kzy * (MyEd + ΔMyEd) / ...		0.095
kzz * (MzEd + ΔMzEd) / ...		0.168
Uslov 6.62: (0.65 <= 1)		

5.2.2.2 Дијагонала D3/ Diagonal D3

Меродавни утицаји су из комбинације 1.1a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D3	-12469.3	240.3	93.2765	-1540.73	89.274	0

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESEKA



Ax =	860.00	cm2
Ay =	640.00	cm2
Az =	220.00	cm2
Ix =	3871.7	cm4
Iy =	1.50e+6	cm4
Iz =	3.41e+5	cm4
Wy =	31189	cm3
Wz =	8536.2	cm3
Wy,pl =	34280	cm3
Wz,pl =	12800	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	1.000	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
2. γ=0.82

ŠTAP IZLOŽEN PRITISKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 2, početak štapa)

Računska normalna sila	NEd =	-12469	kN
Transverzalna sila u y pravcu	VEd,y =	22.018	kN
Transverzalna sila u z pravcu	VEd,z =	141.38	kN
Momenat savijanja oko y ose	MEd,y =	1541.0	kNm
Momenat savijanja oko z ose	MEd,z =	240.00	kNm
Sistemska dužina štapa	L =	1090.0	cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESEKA

Klasa preseka 3

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESEKA
6.2.4 Pritisak

Računska otpornost na pritisak	Nc,Rd =	30530	kN

Uslov 6.9: NEd <= Nc,Rd (12469.00 <= 30530.00)

6.2.5 Savijanje y-y

Elastični otporni moment	Wy,el =	31189	cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	11072	kNm

Uslov 6.12: MEd,y <= Mc,Rd,y (1541.00 <= 11072.06)

6.2.5 Savijanje z-z

Elastični otporni moment	Wz,el =	8536.2	cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	3030.4	kNm

Uslov 6.12: MEd,z <= Mc,Rd,z (240.00 <= 3030.35)

6.2.6 Smicanje

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,z =	4509.1	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,z =	4509.1	kN

Uslov 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (141.38 <= 4509.11)

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,y =	13117	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,y =	13117	kN

Uslov 6.17: VEd,y <= Vc,Rd,y (22.02 <= 13117.40)

6.2.10 Savijanje smicanje i aksijalna sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uslov: VEd,z <= 50%Vpl,Rd,z ; VEd,y <= 50%Vpl,Rd,y

6.2.9 Savijanje i aksijalna sila
Uslov 6.42: (0.62 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	1090.0	cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.342	
Kriva izvijanja za osu y-y: B	α =	0.340	
Elastična kritična sila	Ncr,y =	2.61e+5	kN
Redukcioni koeficijent	χ,y =	0.949	
Računska otpornost na izvijanje	Nb,Rd,y =	26326	kN

Uslov 6.46: NEd <= Nb,Rd,y (12469.00 <= 26325.94)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	981.00	cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.644	
Kriva izvijanja za osu z-z: C	α =	0.490	
Redukcioni koeficijent	χ,z =	0.759	
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd,z =	21060	kN

Uslov 6.46: NEd <= Nb,Rd,z (12469.00 <= 21060.34)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.879	
Koeficijent	C2 =	0.000	
Koeficijent	C3 =	0.939	
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000	
Koef.efekt.dužine torzionog uvrtanja	kw =	1.000	
Koordinata	zg =	0.000	cm
Koordinata	zj =	0.000	cm
Razmak bočno pridržanih tačaka	L =	1090.0	cm
Sektorski momenat inercije	Iw =	7.22e+8	cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	57510	kNm
Odgovarajući otporni momenat	Wy =	31189	cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.490	

Bezdimenziona vitkost	λLT_ =	0.439	
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.877	
Računska otpornost na izvijanje	Mb,Rd =	8823.5	kNm

Uslov 6.54: MEd,y <= Mb,Rd (1541.00 <= 8823.54)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog preseka opterećeni savijanjem i aksijalnim pritiskom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br.2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	Cmy =	0.600
Koeficijent uniformnog momenta	Cmz =	0.600
Koeficijent uniformnog momenta	CmLT =	0.600
Koeficijent interakcije	kyy =	0.658
Koeficijent interakcije	kyz =	0.737
Koeficijent interakcije	kzy =	0.946
Koeficijent interakcije	kzz =	0.737

Redukcioni koeficijent	χy =	0.949
NEd / (χy NRk / γM1)		0.474
kyy * (MyEd + ΔMyEd) / ...		0.115
kyz * (MzEd + ΔMzEd) / ...		0.064

Uslov 6.61: (0.65 <= 1)

Redukcioni koeficijent	χz =	0.759
NEd / (χz NRk / γM1)		0.592
kzy * (MyEd + ΔMyEd) / ...		0.165
kzz * (MzEd + ΔMzEd) / ...		0.064

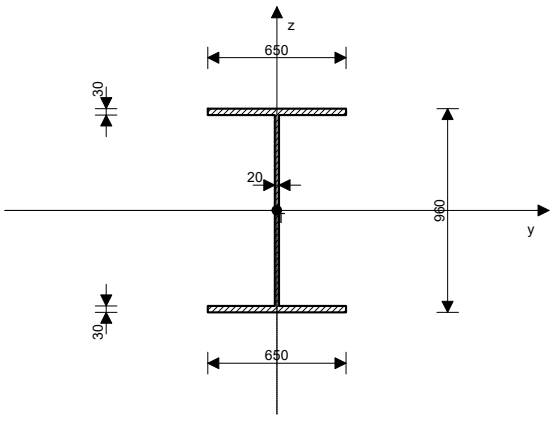
Uslov 6.62: (0.82 <= 1)

5.2.2.3 Дијагонала D5/ Diagonal D5

Меродавни утицаји су из комбинације 1.1a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D5	-7657.35	-14.85	47.6495	-1325.86	83.361	0

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESEKA



Ax =	570.00	cm2
Ay =	390.00	cm2
Az =	180.00	cm2
Ix =	1410.0	cm4
Iy =	9.65e+5	cm4
Iz =	1.37e+5	cm4
Wy =	20106	cm3
Wz =	4226.8	cm3
Wy,pl =	22185	cm3
Wz,pl =	6337.5	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	1.000	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
2. γ=0.89

ŠTAP IZLOŽEN PRITISKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 2, početak štapa)

Računska normalna sila	NEd =	-7657.4	kN
Transverzalna sila u y pravcu	VEd,y =	-1.362	kN
Transverzalna sila u z pravcu	VEd,z =	121.65	kN
Momenat savijanja oko y ose	MEd,y =	1326.0	kNm
Momenat savijanja oko z ose	MEd,z =	-14.850	kNm
Sistemska dužina štapa	L =	1090.0	cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESEKA
Klasa preseka 3

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESEKA
6.2.4 Pritisak

Računska otpornost na pritisak	Nc,Rd =	20235	kN

Uslov 6.9: NEd <= Nc,Rd (7657.40 <= 20235.00)

6.2.5 Savijanje y-y

Elastični otporni moment	Wy,el =	20106	cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	7137.5	kNm

Uslov 6.12: MEd,y <= Mc,Rd,y (1326.00 <= 7137.50)

6.2.5 Savijanje z-z

Elastični otporni moment	Wz,el =	4226.8	cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	1500.5	kNm

Uslov 6.12: MEd,z <= Mc,Rd,z (14.85 <= 1500.53)

6.2.6 Smicanje

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,z =	3689.3	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,z =	3689.3	kN

Uslov 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (121.65 <= 3689.27)

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,y =	7993.4	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,y =	7993.4	kN

Uslov 6.17: VEd,y <= Vc,Rd,y (1.36 <= 7993.42)

6.2.10 Savijanje smicanje i aksijalna sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uslov: VEd,z <= 50%Vpl,Rd,z ; VEd,y <= 50%Vpl,Rd,y

6.2.9 Savijanje i aksijalna sila
Uslov 6.42: (0.57 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	1090.0	cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.347	
Kriva izvijanja za osu y-y: B	α =	0.340	
Elastična kritična sila	Ncr,y =	1.68e+5	kN
Redukcioni koeficijent	χ,y =	0.947	
Računska otpornost na izvijanje	Nb,Rd,y =	17415	kN

Uslov 6.46: NEd <= Nb,Rd,y (7657.40 <= 17415.36)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	981.00	cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.827	
Kriva izvijanja za osu z-z: C	α =	0.490	
Redukcioni koeficijent	χ,z =	0.645	
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd,z =	11869	kN

Uslov 6.46: NEd <= Nb,Rd,z (7657.40 <= 11868.83)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.879
Koeficijent	C2 =	0.000
Koeficijent	C3 =	0.939
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000

Koef.efekt.dužine torzionog uvrtanja	kw =	1.000	
Koordinata	zg =	0.000	cm
Koordinata	zj =	0.000	cm
Razmak bočno pridržanih tačaka	L =	1090.0	cm
Sektorski momenat inercije	Iw =	2.97e+8	cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	23121	kNm
Odgovarajući otporni momenat	Wy =	20106	cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.490	
Bezdimenziona vitkost	λLT_ =	0.556	
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.811	
Računska otpornost na izvijanje	Mb,Rd =	5264.7	kNm

Uslov 6.54: MEd,y <= Mb,Rd (1326.00 <= 5264.71)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog preseka opterećeni savijanjem i aksijalnim pritiskom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br.2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	Cmy =	0.600
Koeficijent uniformnog momenta	Cmz =	0.600
Koeficijent uniformnog momenta	CmLT =	0.600
Koeficijent interakcije	kyy =	0.655
Koeficijent interakcije	kyz =	0.792
Koeficijent interakcije	kzy =	0.924
Koeficijent interakcije	kzz =	0.792

Redukcioni koeficijent	χy =	0.947
NEd / (χy NRk / γM1)		0.440
kyy * (MyEd + ΔMyEd) / ...		0.165
kyz * (MzEd + ΔMzEd) / ...		0.009

Uslov 6.61: (0.61 <= 1)

Redukcioni koeficijent	χz =	0.645
NEd / (χz NRk / γM1)		0.645
kzy * (MyEd + ΔMyEd) / ...		0.233
kzz * (MzEd + ΔMzEd) / ...		0.009

Uslov 6.62: (0.89 <= 1)

6. ШРАФОВСКЕ ВЕЗЕ/ BOLTED CONNECTIONS

6.1 Дијагонала D1 и D16/ Diagonals D1 and D16

Везе су остварене су са високовредним завртњевима класе квалитета 10.9 са пуном силом притезања. Connections are with HV bolts class 10.9 with full preload force.
Прорачун према / Analysis acc to SRPS EN1993-1-8:2005
Класа спојева C/ Connectio category C

Category	Criteria	Remarks
Shear connections		
A bearing type	$F_{v,Ed} \le F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \le F_{b,Rd}$	No preloading required. Bolt classes from 4.6 to 10.9 may be used.
B slip-resistant at serviceability	$F_{v,Ed,ser} \le F_{s,Rd,ser}$ $F_{v,Ed} \le F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \le F_{b,Rd}$	Preloaded 8.8 or 10.9 bolts should be used. For slip resistance at serviceability see 3.9.
C slip-resistant at ultimate	$F_{v,Ed} \le F_{s,Rd}$ $F_{v,Ed} \le F_{b,Rd}$ $F_{v,Ed} \le N_{net,Rd}$	Preloaded 8.8 or 10.9 bolts should be used. For slip resistance at ultimate see 3.9. $N_{net,Rd}$ see 3.4.1(1) c).
Tension connections		
D non-preloaded	$F_{t,Ed} \le F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \le B_{p,Rd}$	No preloading required. Bolt classes from 4.6 to 10.9 may be used. $B_{p,Rd}$ see Table 3.4.
E preloaded	$F_{t,Ed} \le F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \le B_{p,Rd}$	Preloaded 8.8 or 10.9 bolts should be used. $B_{p,Rd}$ see Table 3.4.
The design tensile force $F_{t,Ed}$ should include any force due to prying action, see 3.11. Bolts subjected to both shear force and tensile force should also satisfy the criteria given in Table 3.4.		

$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu}{\gamma_{M3}} \cdot F_{p,c}$ – прорачунска носивост на проклизавање

Коефицијенти трења за високовредне завртњеве:

Surface treatment	Class	Slip factor μ
Surfaces blasted with shot or grit with loose rust removed, not pitted.	A	0,50
Surfaces blasted with shot or grit: a) spray-metallized with a aluminium or zinc based product; b) with alkali-zinc silicate paint with a thickness of 50 μm to 80 μm	B	0,40
Surfaces cleaned by wire-brushing or flame cleaning, with loose rust removed	C	0,30
Surfaces as rolled	D	0,20

$\mu = 0.4$ - површине третиране бојом на бази алкид-цинк силиката за ту намену

Коефицијент ks:

Description	k_s
Bolts in normal holes.	1,0
Bolts in either oversized holes or short slotted holes with the axis of the slot perpendicular to the direction of load transfer.	0,85
Bolts in long slotted holes with the axis of the slot perpendicular to the direction of load transfer.	0,7
Bolts in short slotted holes with the axis of the slot parallel to the direction of load transfer.	0,76
Bolts in long slotted holes with the axis of the slot parallel to the direction of load transfer.	0,63

$k_s = 1.0$- завртњеви у нормалним рупама

$n = 2$, број равни смицања

$\gamma_{M3} = 1.25$

$F_{p,c} = 0.7 \cdot f_{ub} \cdot A_s$

$f_{ub} = 1000N/mm^2 = 100kN/cm^2$, затезна чврстоћа за завртњеве класе 10.9

$$F_{s,Rd} = \frac{1.0 \cdot 2 \cdot 0.4}{1.25} \cdot F_{p,c}$$

$$F_{p,c} = 0.7 \cdot 100 \cdot As[kN]$$

$M24: As = 353mm^2 = 3.53cm^2$, $F_{p,c} = 247.1kN$, $F_{s,Rd} = 158.14kN$

$M20: As = 245mm^2 = 2.45cm^2$, $F_{p,c} = 171.5kN$, $F_{s,Rd} = 108.76kN$

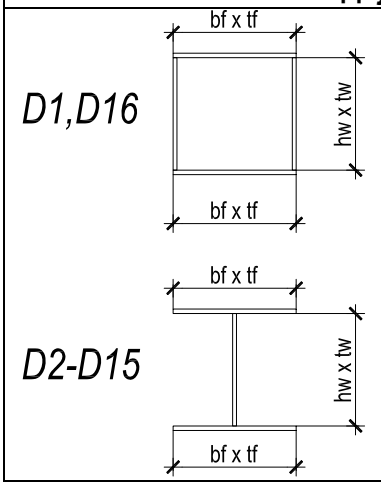
Потребан број завртњева:

Меродавна кобинација оптерећења: комбинација 1.1a

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-11608.8	-2163.41	222.442	-2655.04	362.9385	161.28

	N	M3	T2	M2	T3	M1
D1	-12298.7	-2658.86	271.042	-3393.04	396.036	161.28

Дијагонале карактеристике бруто пресека



	D1,D16	D2 – D4 D13 - D15	D5 - D12
b_f(mm)	900	800	650
t_f(mm)	40	40	30
h_w(mm)	900	900	900
t_w(mm)	20	25	20
A(cm2)	1080	865	570
Iy (cm4)	183440	1566488	965070
W_y (cm3)	37437	31969	20106
iy (cm)	41.2	42.6	41.1
Iz (cm4)	1183080	341450	137372
W_z (cm3)	26291	8536	4227
iz (cm)	33.1	19.9	15.5

Фланше дебљине t=40mm – завртњеви M24:

$$F_{V,Ed} = 90 \cdot 4 \cdot (\frac{12299}{1080} + \frac{3393 \cdot 100}{37437}) = 7362kN$$

$$n_{pot} = \frac{7362}{158.14} = 46.55$$

Ребра дебљине t=20mm – завртњеви M20:

$$F_{V,Ed} = 90 \cdot 2 \cdot (\frac{12299}{1080} + \frac{2659 \cdot 100}{26291}) = 3870kN$$

$$n_{pot} = \frac{3870}{108.76} = 35.6$$

Провера носивости по омотачу рупе ($F_{b,Rd}$)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \, a_b \, f_u \, d \, t}{\gamma_{M2}}$$

where α_b is the smallest of α_d ; $\frac{f_{ub}}{f_u}$ or 1,0;

in the direction of load transfer:

- for end bolts: $\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}$; for inner bolts: $\alpha_d = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}$

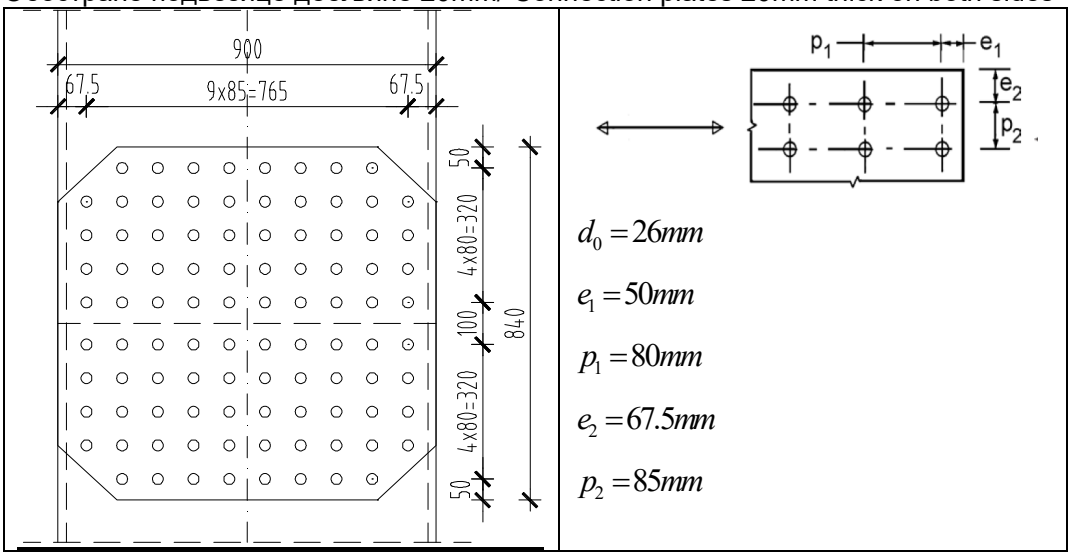
perpendicular to the direction of load transfer:

- for edge bolts: k_1 is the smallest of $2{,}8\frac{e_2}{d_0} - 1{,}7$ or 2,5

- for inner bolts: k_1 is the smallest of $1{,}4\frac{p_2}{d_0} - 1{,}7$ or 2,5

Фланше дебљине 40mm/ Flange 40mm thick

Обостране подвезице дебљине 20mm/ Connection plates 20mm thick on both sides



$$a_b = \min\begin{bmatrix} e_1/3d_0 \\ f_{ub}/f_u \\ 1.0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.64 \\ 1.96 \\ 1.0 \end{bmatrix} = 0.64$$

$a_b = 0.64$ за завртњеве у крајњим редовима

$$a_b = \min\begin{bmatrix} \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \\ f_{ub}/f_u \\ 1.0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.78 \\ 1.96 \\ 1.0 \end{bmatrix} = 0.65$$

$a_b = 0.78$ за завртњеве у унутрашњим редовима

$$k_1 = \min\begin{bmatrix} 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7 \\ 2.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.56 \\ 2.5 \end{bmatrix} = 2.5$$

$k_1 = 2.5$ за завртњеве у ивичним редовима

$$k_1 = \min\begin{bmatrix} 1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7 \\ 2.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.87 \\ 2.5 \end{bmatrix} = 2.5$$

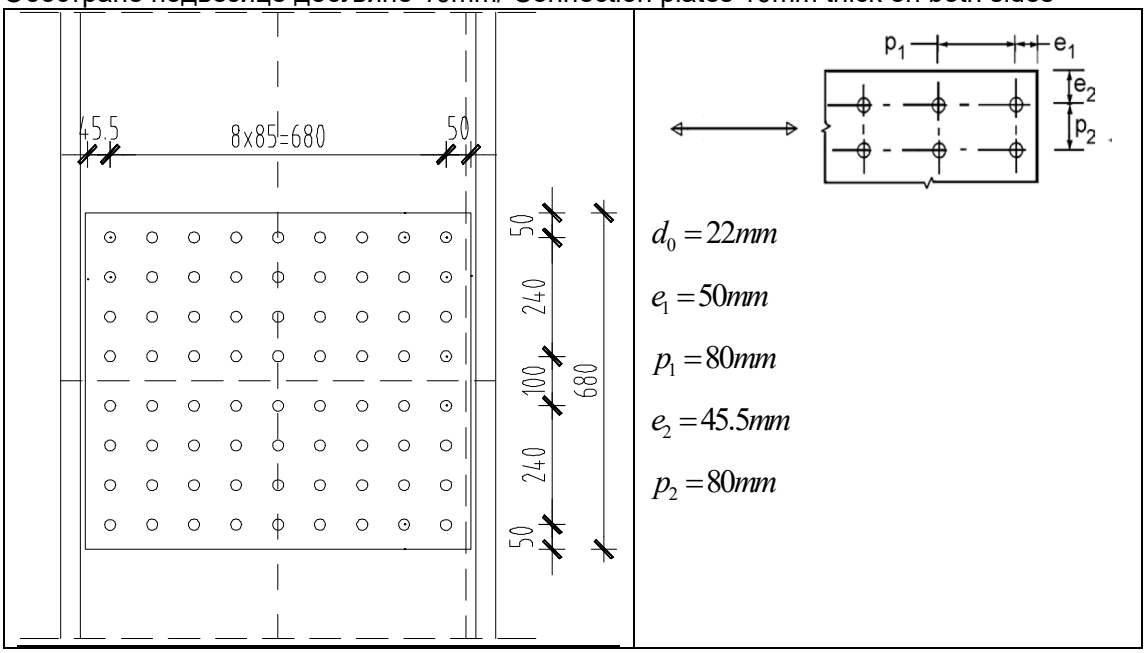
$k_1 = 2.5$ за завртњеве у ивичним редовима

Усвојено за све завртњеве: $k_1 = 2.5$, $\alpha_b = 0.64$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.64 \cdot 51.0 \cdot 2.4 \cdot 2.0}{1.25} = 313.3kN$$

$$\Rightarrow F_{v,Rd} < F_{b,Rd} \Rightarrow OK$$

Фланше дебљине 20mm/ Flange 20mm thick
Обостране подвезице дебљине 10mm/ Connection plates 10mm thick on both sides



$d_0 = 22mm$

$e_1 = 50mm$

$p_1 = 80mm$

$e_2 = 45.5mm$

$p_2 = 80mm$

$$a_b = \min \begin{bmatrix} e_1 / 3d_0 \\ f_{ub} / f_u \\ 1.0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.75 \\ 1.96 \\ 1.0 \end{bmatrix} = 0.75$$

$a_b = 0.75$ за завртњеве у крајњим редовима

$$a_b = \min \begin{bmatrix} \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \\ f_{ub} / f_u \\ 1.0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.96 \\ 1.96 \\ 1.0 \end{bmatrix} = 0.96$$

$a_b = 0.96$ за завртњеве у унутрашњим редовима

$$k_1 = \min \begin{bmatrix} 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7 \\ 2.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.09 \\ 2.5 \end{bmatrix} = 2.5$$

$k_1 = 2.5$ за завртњеве у ивичним редовима

$$k_1 = \min \begin{bmatrix} 1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7 \\ 2.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.39 \\ 2.5 \end{bmatrix} = 2.5$$

$k_1 = 2.5$ за завртњеве у ивичним редовима

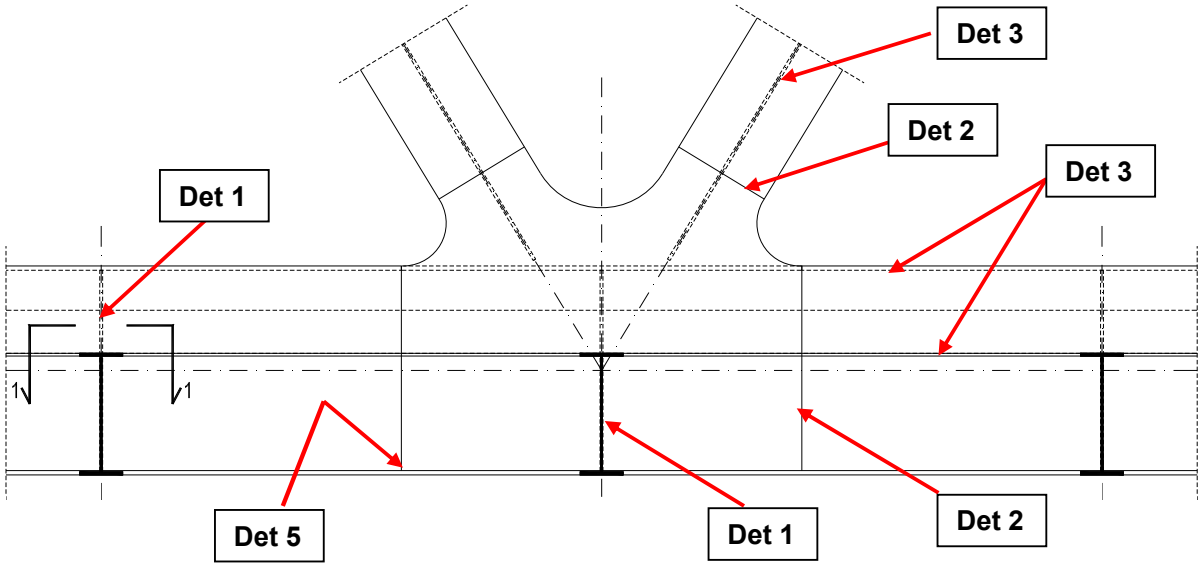
Усвојено за све завртњеве: $k_1 = 2.5$, $\alpha_b = 0.75$

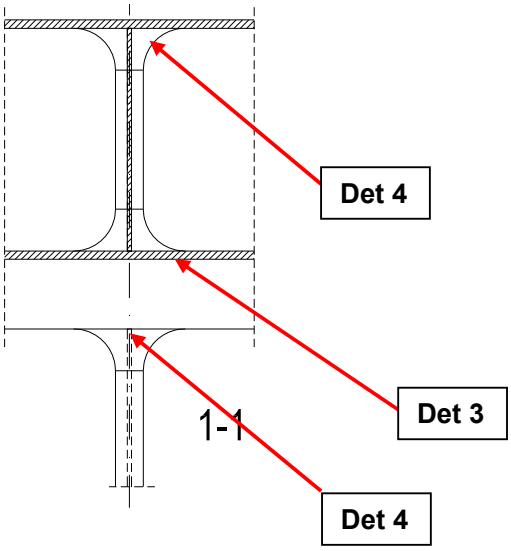
$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.75 \cdot 51.0 \cdot 2.0 \cdot 1.0}{1.25} = 153kN$$

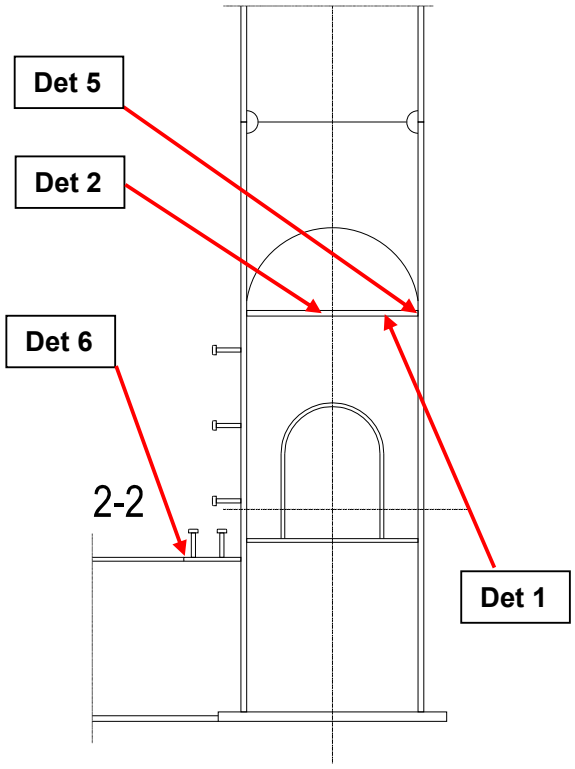
$$\Rightarrow F_{v,Rd} < F_{b,Rd} \Rightarrow OK$$

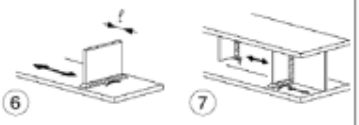
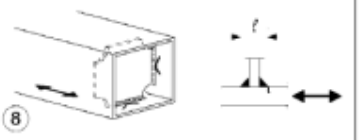
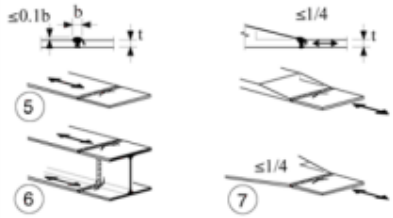
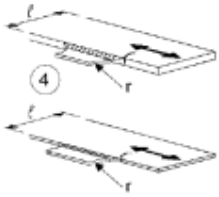
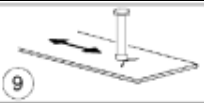
7. ЗАМОР / FATIGUE

7.1 Категорије детаља







Det 1 Попречно укрућење , Веза ребра попречног носача за главни	80	t≤50mm		Transverse attachments: 6) Welded to plate. 7) Vertical stiffeners welded to a beam or plate girder. 8) Diaphragm of box girders welded to the flange or the web. May not be possible for small hollow sections. The values are also valid for ring stiffeners.	Details 6) and 7): Ends of welds to be carefully ground to remove any undercut that may be present. 7) Δσ to be calculated using principal stresses if the stiffener terminates in the web, see left side.
	71	50<t≤80mm			
Det 2 Сучеони спојеви лимова	90	size effect for t>25mm: $k_s=(25/t)^{0.2}$		5) Transverse splices in plates or flats. 6) Full cross-section butt welds of rolled sections without cope holes. 7) Transverse splices in plates or flats tapered in width or in thickness with a slope ≤ ¼. Translation of welds to be machined notch free.	- The height of the weld convexity to be not greater than 10% of the weld width, with smooth transition to the plate surface. - Weld run-on and run-off pieces to be used and subsequently removed, plate edges to be ground flush in direction of stress. - Welded from both sides; checked by NDT. Details 5 and 7: Welds made in flat position.
Det 3 Подужни угаони шавови	100			5) Manual fillet or butt weld. 6) Manual or automatic or fully mechanized butt welds carried out from one side only, particularly for box girders	5), 6) A very good fit between the flange and web plates is essential. The web edge to be prepared such that the root face is adequate for the achievement of regular root penetration without break-out.
Det 4 Прикључци ребру и фланшама	80	r>150mm		3) Longitudinal fillet welded gusset with radius transition to plate or tube; end of fillet weld reinforced (full penetration); length of reinforced weld > r. 4) Gusset plate, welded to the edge of a plate or beam flange.	Details 3) and 4): Smooth transition radius r formed by initially machining or gas cutting the gusset plate before welding, then subsequently grinding the weld area parallel to the direction of the arrow so that the transverse weld toe is fully removed.
	90	$\frac{r}{\ell}\geq\frac{1}{3}$ or r>150mm			
	71	$\frac{1}{6}\leq\frac{r}{\ell}\leq\frac{1}{3}$			
	50	$\frac{r}{\ell}<\frac{1}{6}$			
Det 5 Олкери на монтажним наставцима	71			9) Longitudinal butt weld, fillet weld or intermittent weld with a cope hole height not greater than 60 mm. For cope holes with a height > 60 mm see detail 1) in Table 8.4	9) Δσ based on direct stress in flange.
Det 6 Можданици типа чеп са главом	80			9) The effect of welded shear studs on base material.	

Минимална категорија детаља код појасних штапова и дијагонала је **71**./ Min detail categories of chords are 71.

7.2 Поља 1 и 3

7.2.1 λ koeficijent

(damage equivalence factor) EN1993-2:2006+C:2009

$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4, \quad \lambda \le \lambda_{max} = 1.40$

	Главни носач - поља 1 и 3		
	Уз обални стуб	Уз средњи ослонац	EH 1993-2
λ_1	0.66	1.04	Tabela 9.3
λ_2	0.83	0.83	Tabela 9.5
λ_3	1.0	1.0	Tabela 9.6
λ_4	0.784	0.784	Tabela 9.7
	$\lambda = 0.429$	$\lambda = 0.677$	

$L_1 = 27.6m, \ 0.15 \cdot L_1 = 4.14m$

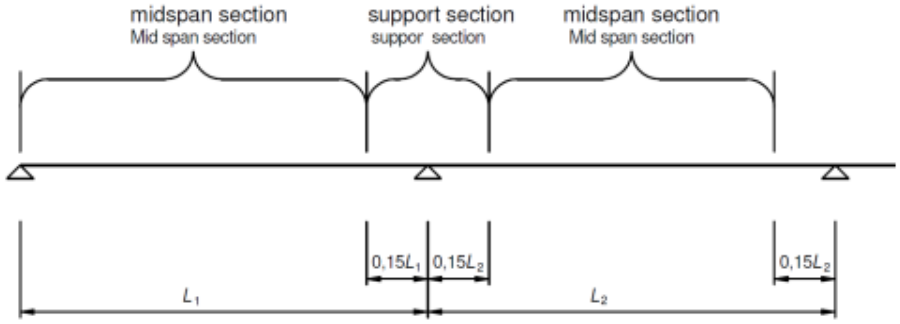


Figure 9.7: Location of midspan or support section

Напомене:

- Процењене вредности протока робе на траси (саобраћајни институт ЦИП):

Table 8.1.5. Forecasted goods flows

Year	Railway line section	Total	Domestic	Imports	Exports	Transit
		[t]	[t]	[t]	[t]	[t]
2023	Novi Sad - Subotica	5,695,034	413,294	1,577,632	768,984	2,935,124
	Subotica - Subotica border	5,281,740	0	1,577,632	768,984	2,935,124
2025	Novi Sad - Subotica	6,181,156	455,657	1,673,710	815,815	3,235,975
	Subotica - Subotica border	5,725,500	0	1,673,710	815,815	3,235,975
2030	Novi Sad - Subotica	7,597,603	581,546	1,940,288	945,753	4,130,015
	Subotica - Subotica border	7,016,057	0	1,940,288	945,753	4,130,015
2040	Novi Sad - Subotica	9,334,083	781,549	2,365,200	1,152,868	5,034,465
	Subotica - Subotica border	8,552,534	0	2,365,200	1,152,868	5,034,465
2050	Novi Sad - Subotica	11,378,195	952,704	2,883,166	1,405,340	6,136,985
	Subotica - Subotica border	10,425,491	0	2,883,166	1,405,340	6,136,985

За одређивање фактора λ_2, усвојена је вредност од $10x10^6$t/год.

- Пројектни век конструкције: 100 година ⟶ λ_3 =1.0
- $\sigma_1 / \sigma_{1+2} = 0.64 - 0.74$ За прорачун је усвојена вредност 0.72 ⟶ λ_4 =0.784

7.2.2 Провера елемената

Услов:

$$\gamma_{Ff}\ \Delta\sigma_{E2} \le \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\Delta\sigma_p = |\ \sigma_{p,max} - \ \sigma_{p,min}\ |$$

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta\sigma_p$$

$$\gamma_{Ff} = 1.0\ ,\ \gamma_{Mf} = 1.35$$

$\Phi_2 = 1.011$ - за главни носач

Утицаји од возила LM71 на оба колосека без коефицијента α=1.21

	LM71 NA OBA KOLOSEKA													
		Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2max	T2min	M2max	M2min	T3	M1	σy,sup	σy,inf	
0	0	0	0	0	0	152	-1043	0	0	0	357	0.00	0.00	0
1	3.45	0	0	3601	-525	152	-1043	0	0	0	512	-4.83	4.61	1
2	6.9	0	0	5721	-157	203	-717	0	0	0	367	-7.67	7.32	2
3	10.35	0	0	6420	-1573	387	-461	0	0	0	-245	-8.60	8.22	3
4	13.8	0	0	5799	-2093	622	-271	0	0	0	-410	-7.77	7.42	4
5	17.25	0	0	3941	-2610	897	-144	0	0	0	-552	-5.28	5.05	5
6	20.7	0	0	1715	-3866	1192	-64	0	0	0	-554	5.18	-4.95	6
7	24.15	0	0	531	-7870	1508	-29	0	0	0	701	6.50	-6.27	7
8	27.6	0	0	233	-13541	1818	-15	0	0	0	701	8.01	-7.40	8

					(A)			(B)		
		ΔσLM71=Δσp	λ	ϕ2	ΔσE2	Δσc,min	γMf	Δσc,min/γMf	(A)/(B)	
0	0	0.00	0.429	1.011	0.00	7.1	1.35	5.26	0.00	OK
1	3.45	4.83	0.429	1.011	2.09	7.1	1.35	5.26	0.40	OK
2	6.9	7.67	0.429	1.011	3.32	7.1	1.35	5.26	0.63	OK
3	10.35	8.60	0.429	1.011	3.73	7.1	1.35	5.26	0.71	OK
4	13.8	7.77	0.429	1.011	3.37	7.1	1.35	5.26	0.64	OK
5	17.25	5.28	0.429	1.011	2.29	7.1	1.35	5.26	0.44	OK
6	20.7	5.18	0.429	1.011	2.25	7.1	1.35	5.26	0.43	OK
7	24.15	6.50	0.677	1.011	4.45	7.1	1.35	5.26	0.85	OK
8	27.6	8.01	0.677	1.011	5.48	7.1	1.35	5.26	1.04	OK*

7.3 Поље 2

7.3.1 λ koeficijent

(damage equivalence factor) EN1993-2:2006+C:2009

$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4, \quad \lambda \le \lambda_{max} = 1.40$

	Главни носач - поље 2		
	Ослоначка зона	Средина распона	EH 1993-2
λ_1	0.82	0.61	Tabela 9.3
λ_2	0.83	0.83	Tabela 9.5
λ_3	1.0	1.0	Tabela 9.6
λ_4	0.77	0.77	Tabela 9.7
	$\lambda = 0.524$	$\lambda = 0.390$	

$L_2 = 82.8m, \ 0.15 \cdot L_2 = 12.42m$

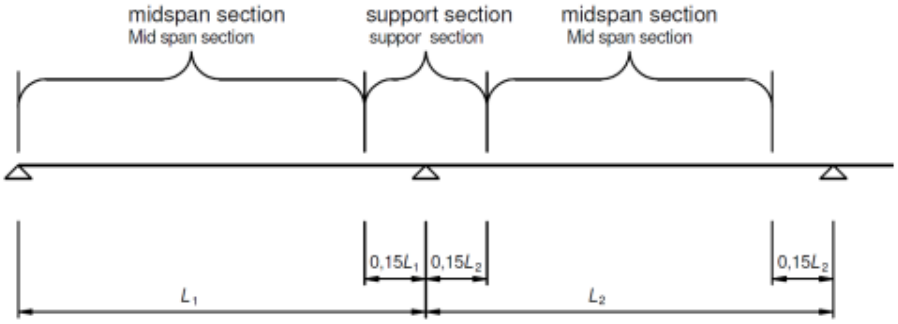


Figure 9.7: Location of midspan or support section

Напомене:

- Процењене вредности протока робе на траси (саобраћајни институт ЦИП):

Table 8.1.5. Forecasted goods flows

Year	Railway line section	Total	Domestic	Imports	Exports	Transit
		[t]	[t]	[t]	[t]	[t]
2023	Novi Sad - Subotica	5,695,034	413,294	1,577,632	768,984	2,935,124
	Subotica - Subotica border	5,281,740	0	1,577,632	768,984	2,935,124
2025	Novi Sad - Subotica	6,181,156	455,657	1,673,710	815,815	3,235,975
	Subotica - Subotica border	5,725,500	0	1,673,710	815,815	3,235,975
2030	Novi Sad - Subotica	7,597,603	581,546	1,940,288	945,753	4,130,015
	Subotica - Subotica border	7,016,057	0	1,940,288	945,753	4,130,015
2040	Novi Sad - Subotica	9,334,083	781,549	2,365,200	1,152,868	5,034,465
	Subotica - Subotica border	8,552,534	0	2,365,200	1,152,868	5,034,465
2050	Novi Sad - Subotica	11,378,195	952,704	2,883,166	1,405,340	6,136,985
	Subotica - Subotica border	10,425,491	0	2,883,166	1,405,340	6,136,985

За одређивање фактора λ_2, усвојена је вредност од $10x10^6$t/год.

- Пројектни век конструкције: 100 година ⟶ λ_3 =1.0
- $\sigma_1 / \sigma_{1+2} = 0.6 - 0.74$ За прорачун је усвојена вредност 0.7 ⟶ λ_4 =0.77

7.3.2 Провера елемената

Услов:

$$\gamma_{Ff}\ \Delta\sigma_{E2} \le \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\Delta\sigma_p = |\ \sigma_{p,max} - \ \sigma_{p,min}\ |$$

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p$$

$\gamma_{Ff} = 1.0$, $\gamma_{Mf} = 1.35$

$\Phi_2 = 1.011$ - за главни носач

Утицаји од возила LM71 на оба колосека без коефицијента α=1.21

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1	σy,sup	σy,inf	
U1.1	1612	-604	228	-12836	-1580	0	0	-78	139	8.16	-6.45	**U1.1**
U1.2	1612	-604	1278	-7599	-1198	0	0	-67	608	7.11	-5.22	**U1.2**
U1.3	1612	-604	1387	-3150	-919	0	0	-65	658	5.08	-2.67	**U1.3**
U2.1	4340	-959	1078	-375	-466	0	0	-85	531	3.60	4.45	**U2.1**
U2.2	4340	-959	2166	-76	124	0	0	-84	497	3.23	5.77	**U2.2**
U2.3	4340	-959	2166	-76	545	0	0	-86	475	3.23	5.77	**U2.3**
U3.1	6345	-907	733	-477	-528	0	0	-55	500	5.17	5.47	**U3.1**
U3.2	6345	-907	2140	-189	55	0	0	-54	389	4.82	7.19	**U3.2**
U3.3	6345	-907	2140	-189	475	0	0	-56	87	4.82	7.19	**U3.3**
U4.1	7341	-875	845	-350	-519	0	0	-16	389	5.73	6.33	**U4.1**
U4.2	7341	-875	2229	-125	-94	0	0	-16	283	5.46	8.01	**U4.2**
U4.3	7341	-875	2229	-125	77	0	0	-16	-40	5.46	8.01	**U4.3**
U4.4	7341	-875	934	-326	489	0	0	-18	-38	5.71	6.44	**U4.4**

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1	σy,sup	σy,inf	
O1.1	1011	-3023	78	-350	-36	64	-102	7	0	-4.72	-5.36	**O1.1**
O1.2	1011	-3023	72	-14	-36	87	-89	-8	0	-4.57	-5.27	**O1.2**
O2.1	900	-5533	384	0	-21	75	-117	9	0	-5.90	-5.52	**O2.1**
O2.2	900	-5533	312	-6	-21	109	-134	0	0	-5.59	-5.57	**O2.2**
O3.1	883	-7037	512	-12	-12	112	-172	7	0	-5.65	-5.32	**O3.1**
O3.2	883	-7037	456	-10	-12	121	-158	0	0	-5.51	-5.28	**O3.2**
O4.1	848	-7534	548	-16	8	125	-176	4	0	-6.03	-5.67	**O4.1**
O4.2	848	-7534	496	-18	-8	128	-166	-4	0	-5.92	-5.65	**O4.2**

	Nmax	Nmin	M3max	M3min	T2	M2max	M2min	T3	M1	σy,max	σy,min	
D1	1047	-3245	191	-830	-76	500	-1092	153	90	0.97	-5.19	**D1**
D2	3177	-949	0	0	16	42	-420	-15	0	7.25	-1.58	**D2**
D3	225	-2940	0	0	17	62	-412	7	0	0.38	-6.82	**D3**
D4	2919	-205	0	0	10	88	-448	17	0	6.95	-0.34	**D4**
D5	482	-2039	0	0	11	37	-397	-13	0	1.11	-7.23	**D5**
D6	2059	-478	0	0	7	98	-458	34	0	7.67	-1.10	**D6**
D7	879	-1395	0	0	7	62	-422	-20	0	2.02	-5.91	**D7**
D8	1399	-868	0	0	4	89	-447	23	0	6.08	-2.00	**D8**

				(A)			(B)		
	ΔσLM71=Δσp	λ	ϕ2	ΔσE2	Δσc,min	γMf	Δσc,min/γMf	(A)/(B)	
U1.1	8.16	0.524	1.011	4.32	7.1	1.35	5.26	0.82	OK
U1.2	7.11	0.524	1.011	3.77	7.1	1.35	5.26	0.72	OK
U1.3	5.08	0.524	1.011	2.69	7.1	1.35	5.26	0.51	OK
U2.1	4.45	0.39	1.011	1.75	7.1	1.35	5.26	0.33	OK
U2.2	5.77	0.39	1.011	2.28	7.1	1.35	5.26	0.43	OK
U2.3	5.77	0.39	1.011	2.28	7.1	1.35	5.26	0.43	OK
U3.1	5.47	0.39	1.011	2.16	7.1	1.35	5.26	0.41	OK
U3.2	7.19	0.39	1.011	2.83	7.1	1.35	5.26	0.54	OK
U3.3	7.19	0.39	1.011	2.83	7.1	1.35	5.26	0.54	OK
U4.1	6.33	0.39	1.011	2.50	7.1	1.35	5.26	0.47	OK
U4.2	8.01	0.39	1.011	3.16	7.1	1.35	5.26	0.60	OK
U4.3	8.01	0.39	1.011	3.16	7.1	1.35	5.26	0.60	OK
U4.4	6.44	0.39	1.011	2.54	7.1	1.35	5.26	0.48	OK

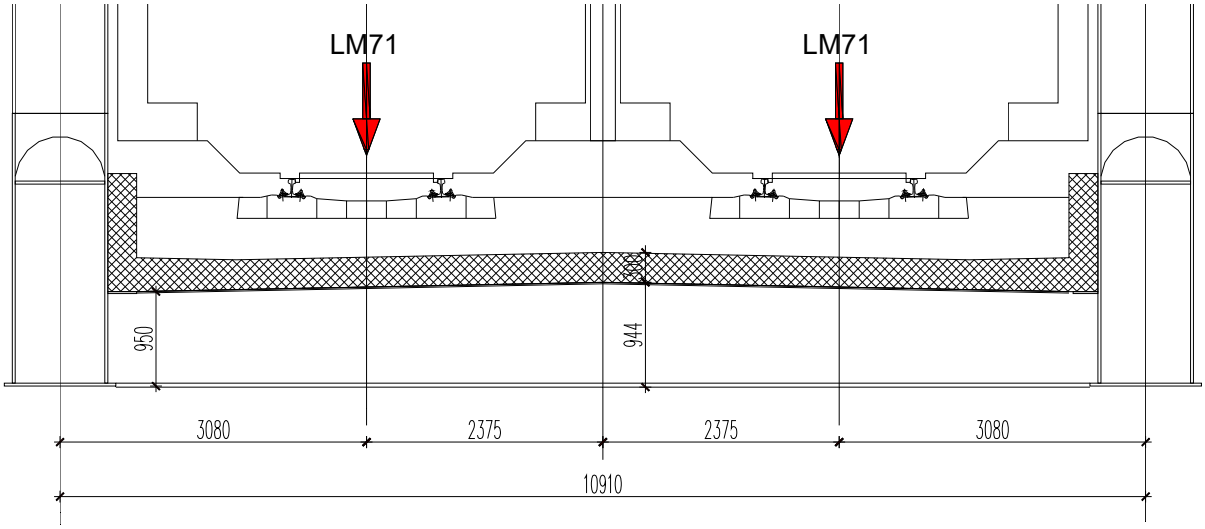
				(A)			(B)		
	ΔσLM71=Δσp	λ	ϕ2	ΔσE2	Δσc,min	γMf	Δσc,min/γMf	(A)/(B)	
O1.1	5.36	0.524	1.011	2.84	7.1	1.35	5.26	0.54	OK
O1.2	5.27	0.39	1.011	2.08	7.1	1.35	5.26	0.40	OK
O2.1	5.90	0.39	1.011	2.33	7.1	1.35	5.26	0.44	OK
O2.2	5.59	0.39	1.011	2.20	7.1	1.35	5.26	0.42	OK
O3.1	5.65	0.39	1.011	2.23	7.1	1.35	5.26	0.42	OK
O3.2	5.51	0.39	1.011	2.17	7.1	1.35	5.26	0.41	OK
O4.1	6.03	0.39	1.011	2.38	7.1	1.35	5.26	0.45	OK
O4.2	5.92	0.39	1.011	2.33	7.1	1.35	5.26	0.44	OK

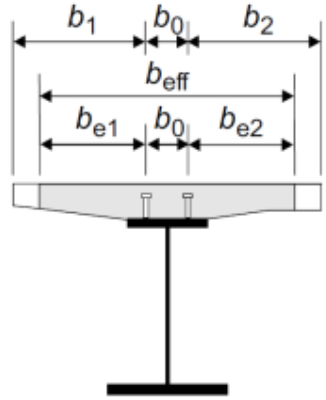
				(A)			(B)		
	ΔσLM71=Δσp	λ	ϕ2	ΔσE2	Δσc,min	γMf	Δσc,min/γMf	(A)/(B)	
D1	6.16	0.524	1.011	3.27	7.1	1.35	5.26	0.62	OK
D2	8.83	0.524	1.011	4.68	7.1	1.35	5.26	0.89	OK
D3	7.20	0.39	1.011	2.84	7.1	1.35	5.26	0.54	OK
D4	7.29	0.39	1.011	2.88	7.1	1.35	5.26	0.55	OK
D5	8.34	0.39	1.011	3.29	7.1	1.35	5.26	0.63	OK
D6	8.77	0.39	1.011	3.46	7.1	1.35	5.26	0.66	OK
D7	7.93	0.39	1.011	3.13	7.1	1.35	5.26	0.59	OK
D8	8.08	0.39	1.011	3.18	7.1	1.35	5.26	0.61	OK

8. ПОПРЕЧНИ НОСАЧИ/ CROSS GIRDERS

8.1 Средњи попречни носачи/ Middle cross beams

8.1.1 Геометријске карактеристике пресека/ Section properties





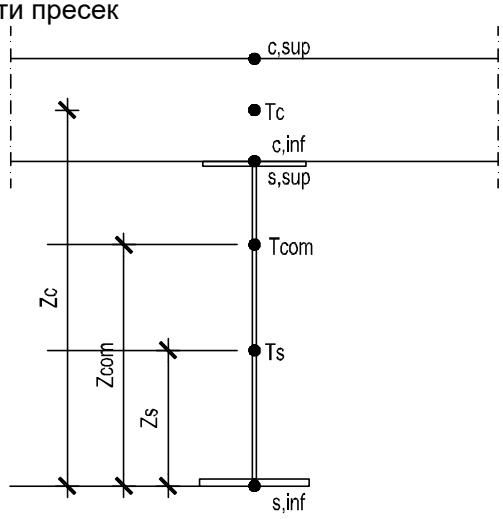
$b_{eff} = b_0 + \sum b_{ei}$

$b_{e1} = b_{e2} = L/8 = 10.91/8 = 1.36m$

$b_0 = 20cm$

Усвојено: $b_{eff} = 290cm$

Пресек у средини – спрегнути пресек



Srednji poprecni nosaci

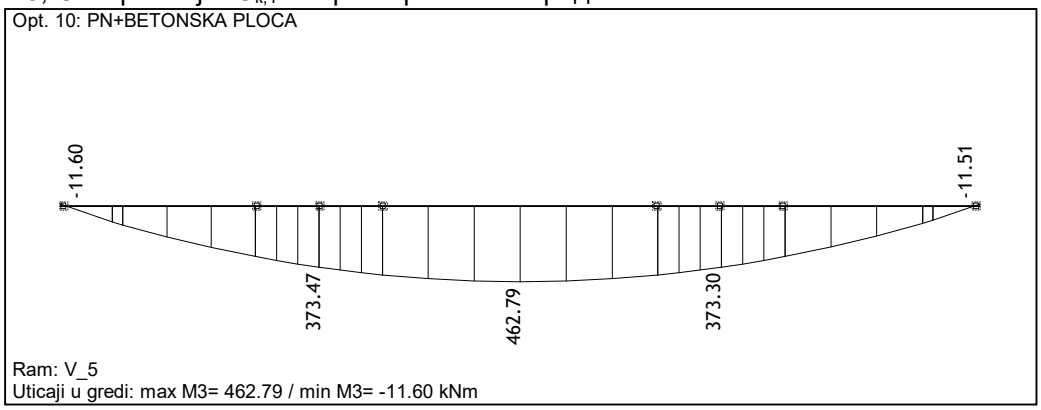
	Čelik						Beton				
	donja flansa		rebro		gornja flansa						
	t	b	t	h	t	b	h	b	Ečb	Eb	n
Stalno	3	36	1.5	86.5	1.5	30	0	0	21000	0	0
skuplanje t0	3	36	1.5	86.5	1.5	30	30	250	21000	3400	6.176471
dodatno stalno sa tecenjem	3	36	1.5	86.5	1.5	30	30	250	21000	1366.3	15.36998
korisno	3	36	1.5	86.5	1.5	30	30	250	21000	3400	6.176471
skupljanje tn	3	36	1.5	86.5	1.5	30	30	250	21000	1369	15.33966

	Čelik							Beton		
	zs	As	Is	y2	y3	W2	W3	zc	Ac	Ic
Stalno	36.15981	282.75	355600.7	-54.8402	36.15981	-6484.31	9834.141	/	/	/
skuplanje t0	36.15981	282.75	355600.7	-54.8402	36.15981	-6484.31	9834.141	106	7500	562500
dodatno stalno sa tecenjem	36.15981	282.75	355600.7	-54.8402	36.15981	-6484.31	9834.141	106	7500	562500
korisno	36.15981	282.75	355600.7	-54.8402	36.15981	-6484.31	9834.141	106	7500	562500
skupljanje tn	36.15981	282.75	355600.7	-54.8402	36.15981	-6484.31	9834.141	106	7500	562500

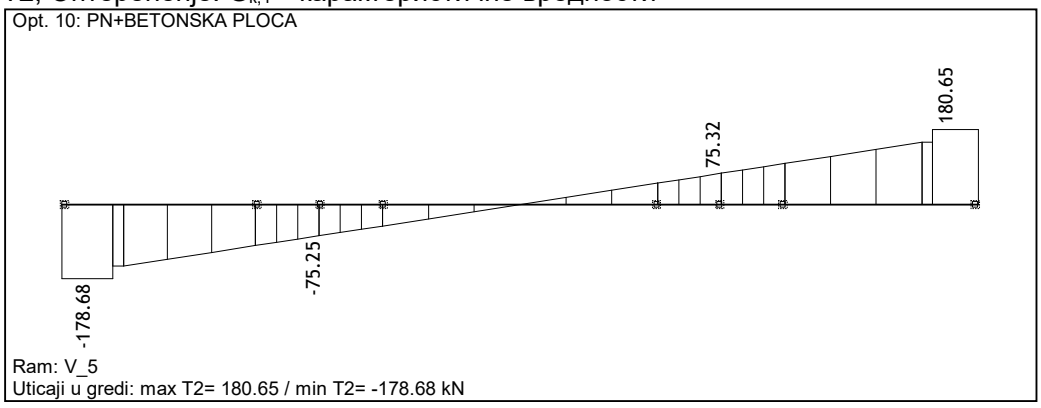
	Spregnuti presek								
	zco	Aso	Ico	y1	y2	y3	W1	W2	W3
Stalno	/	/	/	/	/	/	/	/	/
skuplanje t0	92.80906	1497.0357	1565342.4	-28.1909	1.809057	92.80906	-55526.4	865280.7991	16866.27
dodatno stalno sa tecenjem	80.37791	770.71429	1265386.5	-40.6221	-10.6221	80.37791	-31150.2	-119127.8066	15742.96
korisno	92.80906	1497.0357	1565342.4	-28.1909	1.809057	92.80906	-55526.4	865280.7991	16866.27
skupljanje tn	80.40993	771.67857	1266091.1	-40.5901	-10.5901	80.40993	-31192.1	-119554.5004	15745.46

8.1.2 Статички утицаји / Section forces

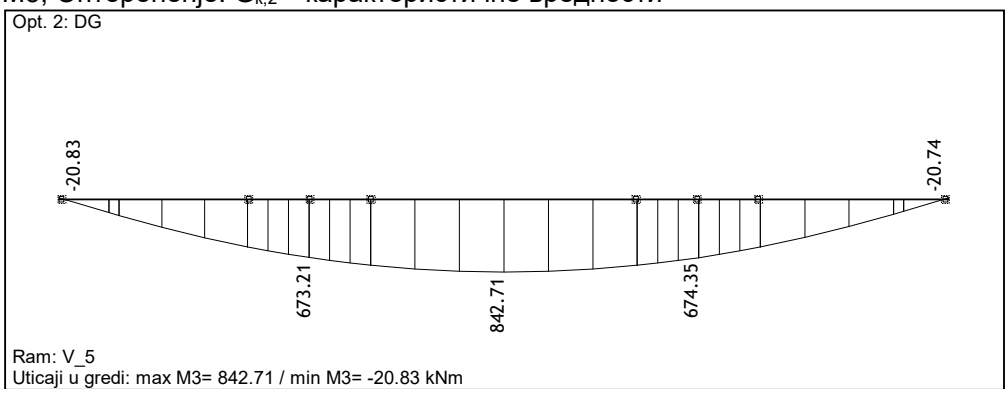
M3, Оптерећење: $G_{K,1}$ – карактеристичне вредности



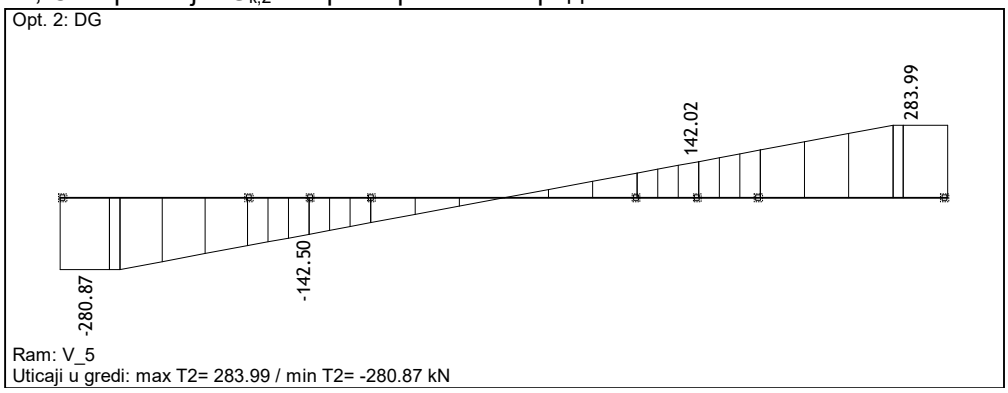
T2, Оптерећење: $G_{K,1}$ – карактеристичне вредности



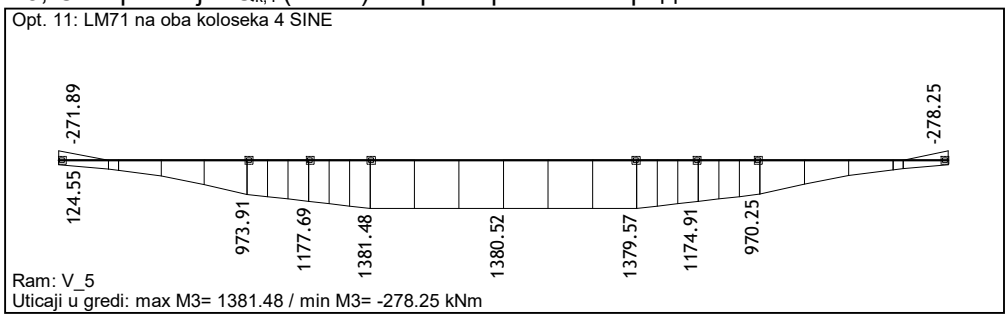
M3, Оптерећење: $G_{к,2}$ – карактеристичне вредности



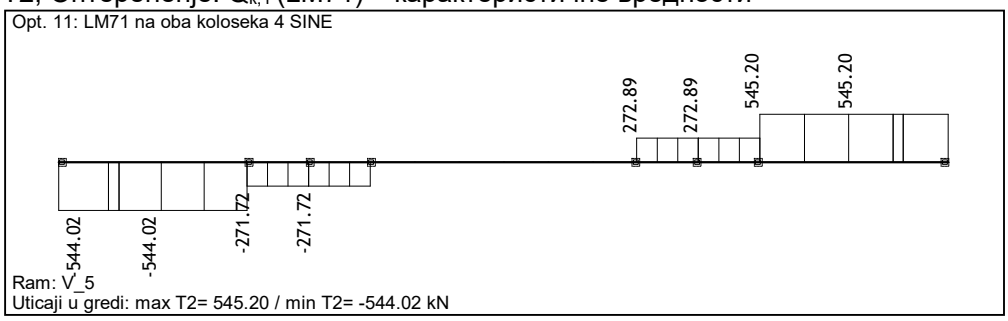
T2, Оптерећење: $G_{к,2}$ – карактеристичне вредности



M3, Оптерећење: $Q_{к,1}$ (LM71)– карактеристичне вредности



T2, Оптерећење: $Q_{к,1}$ (LM71) – карактеристичне вредности



8.1.3 Контрола напона (ULS)/ Stress control (ULS)

Спрегнути пресек

M3	N	Φ3	σ1	σ2c	σ2s	σ3	
462.8	0	/			-7.137	4.706	Stalno
571.8	-4335	/	-0.058	0.120	-2.830	0.495	skuplanje t0
842.7	0	/	-0.176	-0.046	-0.707	5.353	dodatno stalno sa tecenjem
1670.4	0	1.213	-0.591	0.038	0.234	12.013	korisno x dinamicki koeficijent
630.6	-2464.2	/	-0.011	0.086	-3.721	0.812	skupljanje tn
			-1.110	**0.109**	**-15.274**	**32.094**	**1.35x(stalno+dod.stalno+skupljanje) +1.45xkorisno**
			OK	OK	fy=35.5	fy=35.5	
			OK	OK	OK	OK	

8.1.4 Можданици/ Studs

Усвојени су можданици типа чеп са главом/ Headed studs: ISO13918:2007–SD1–25x200-B
По два можданика у реду на растојању e=15cm./ Two studs in line, spacing e=15cm.

$$P_{rk}^{(1)} = 0.8 f_u \frac{\pi d^2}{4} = 0.8 \cdot 45 \cdot \frac{\pi \cdot 2.5^2}{4} = 176.6 kN$$

$$P_{rk}^{(2)} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} E_{cm}} = 0.29 \cdot 1.0 \cdot 2.5^2 \cdot \sqrt{3.5 \cdot 3400} = 198 kN$$

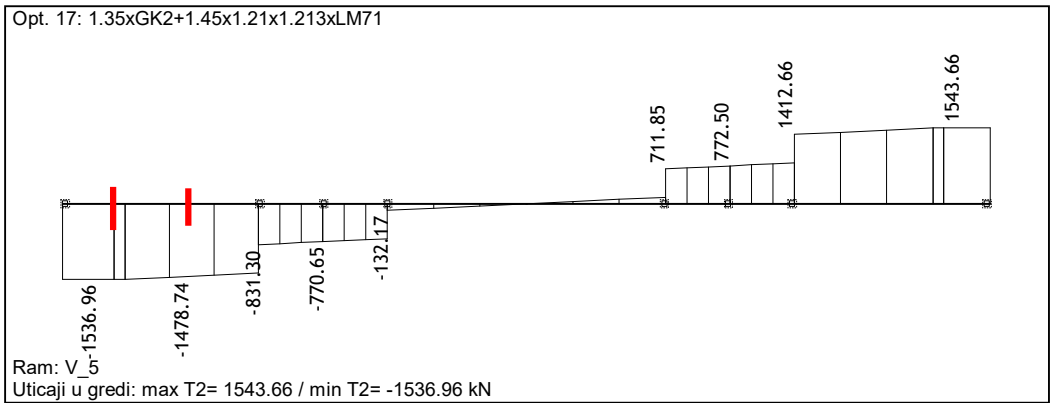
$$P_{rk} = \left[\min P_{rk}^{(1)}, P_{rk}^{(2)} \right] = 0.8 f_u \frac{\pi d^2}{4} = 176.6 kN$$

$$P_{rd}^{ULS} = 0.8 \cdot P_{rk} = 141.3 kN$$

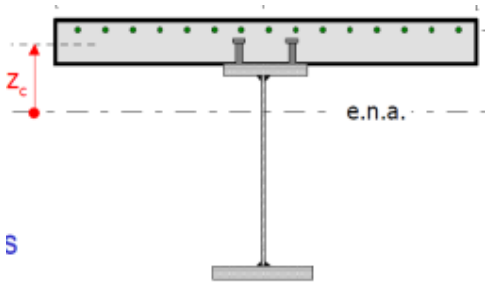
$$P_{rd}^{SLS} = 0.75 \cdot P_{rd} = 0.75 \cdot 109.4 = 132.45 kN$$

<u>Провера код граничних стања носивости (ULS)/ ULS checks:</u>

Анвелопа T2, Оптерећење: 1,35x $\mathbf{G_{к,2}}$ +1,45x1,213x1,21 $\mathbf{Q_{к,1}}$



Услови код ULS:



(1) $v_{L,Ed}(x) \le 1.1\frac{N_i}{l_i} \cdot \mathrm{P}_{rd}$

(2) $\int_0^{li} v_{L,Ed}(x)dx \le N_i \cdot \mathrm{P}_{rd}$

$N_i = 2$ -број можданика у реду

$$v^1_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot \frac{A_c Z_c}{I_{com}} = 1536.96 \cdot \frac{8400 \cdot 14.5}{6.17 \cdot 1841097} = 16.46 kN/cm$$

$$v^2_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot \frac{A_c Z_c}{I_{com}} = 1478.74 \cdot \frac{8400 \cdot 14.5}{6.17 \cdot 1841097} = 15.85 kN/cm$$

Из услова 1:

$$e_{d,\min} = \frac{1.1 \cdot N_i \cdot \mathrm{P}_{rd}}{v_{L,Ed}} = \frac{1.1 \cdot 2 \cdot 141.3}{16.46} = 18.88cm > 15cm \Rightarrow OK$$

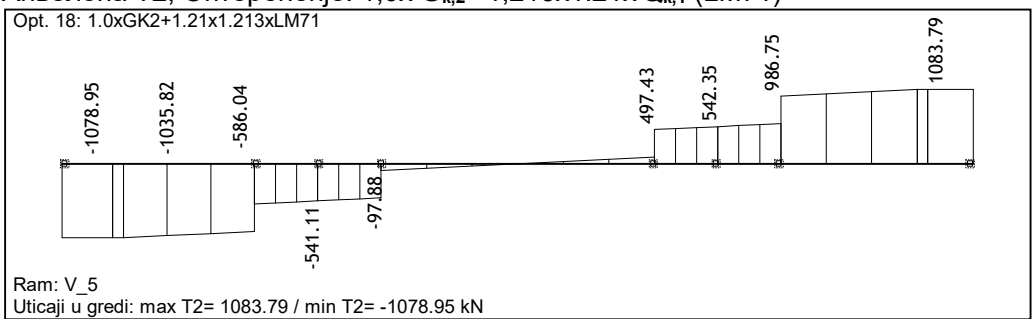
Из услова 2:

$$\int_0^{2.65} v_{L,Ed}(x)dx = \frac{16.46 + 15.85}{2} \cdot 100 = 1615.5kN$$

$$e_{d,\min} = \frac{2 \cdot 141.3 \cdot 100}{1615.5} = 17.74cm > 15cm \Rightarrow OK$$

<u>Провера код Граничних стања употребљивости (SLS)/ SLS checks:</u>

Анвелопа T2, Оптерећење: 1,0x $\mathbf{G_{к,2}}$ +1,213x1.21x $\mathbf{Q_{к,1}}$ (LM71)



Услови код SLS:

$$v_{L,Ed}(x) \le \frac{N_i}{l_i} \cdot \mathrm{P}_{rd}$$

$$v_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot \frac{A_c Z_c}{I_{com}} = 1083.8 \cdot \frac{8400 \cdot 14.5}{6.17 \cdot 1841097} = 11.62 kN/cm$$

$$e_{d,\min} = \frac{2 \cdot 132.45}{11.62} = 22.8cm > 15cm \Rightarrow OK$$

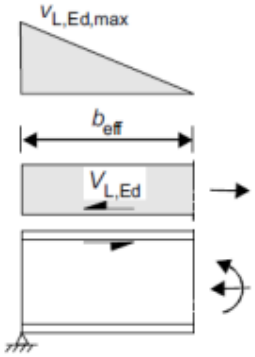
Провера за утицаје скупљања/ Shrinkage:
Усвојена троугаона прерасподела утицаја на дужини b_{ef}=2.5м

$$\sigma_c^{Shr} = \frac{0.114 - 0.048}{2} = 0.033 kN/cm^2$$

$$V_{L,Ed}^{Shr} = 0.033 \cdot 8400 = 277.2 kN$$

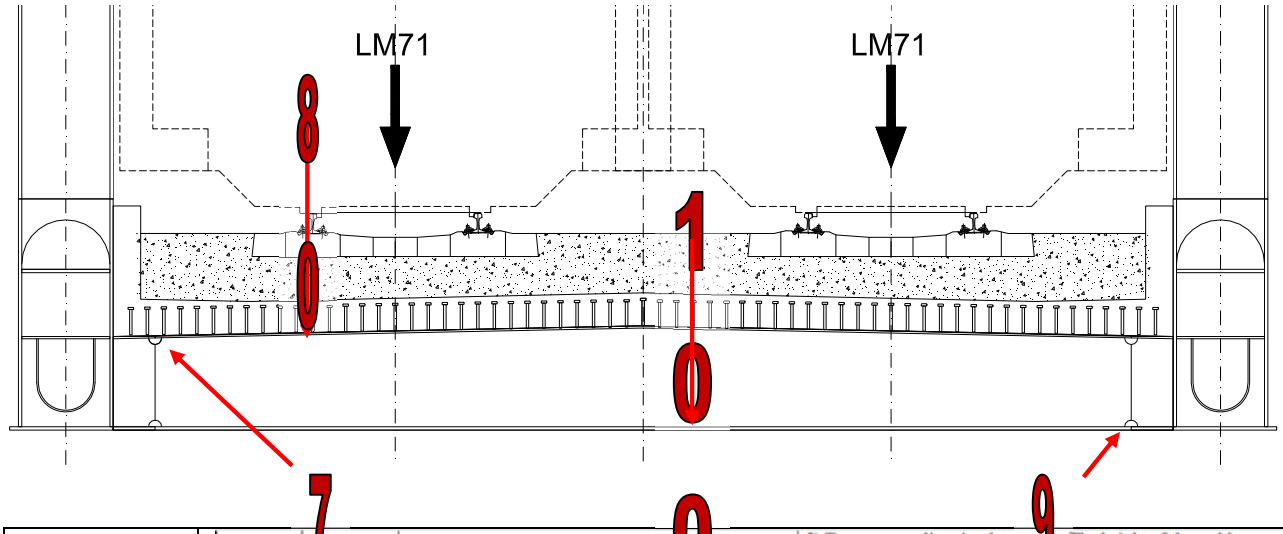
$$v_{L,Ed}^{Shr} = \frac{V_{L,Ed}^{Shr}}{b_{ef}} = \frac{2 \cdot 277.2}{2.5} = 221.8 kN/m$$

$$e_{d,\min} = \frac{2 \cdot 141.3}{221.8} = 1.27m = 127cm > 15cm \Rightarrow OK$$

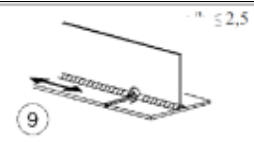
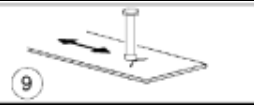


8.1.5 Замор/ Fatigue

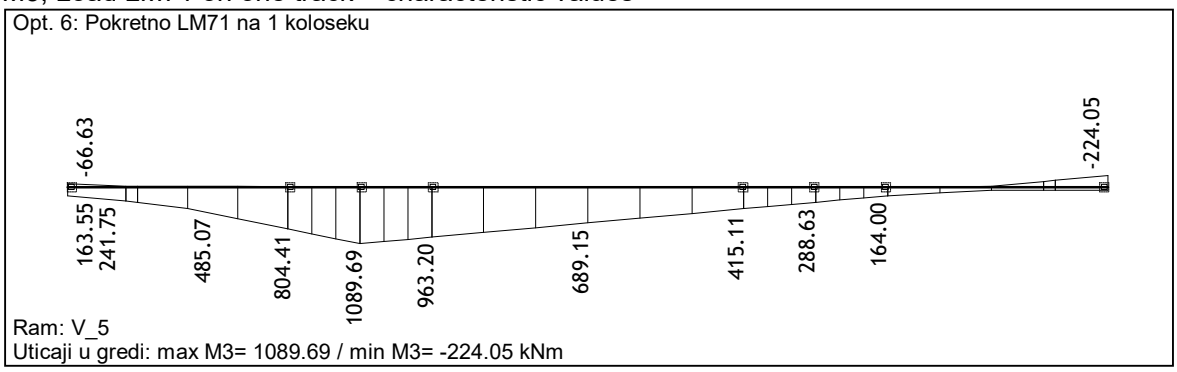
Преглед кључних детаља за прорачун замора према EH1993-1:2005+C:2005, 2006, 2009



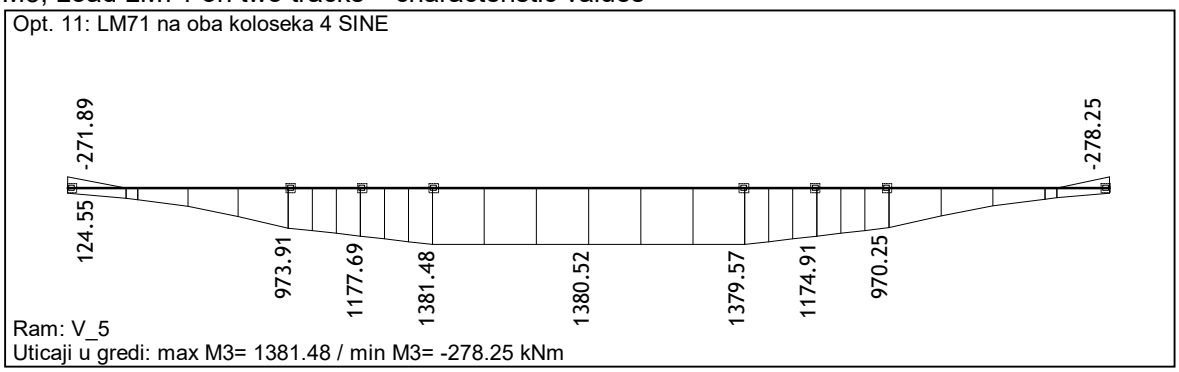
Сучеони спојеви лимова/ Plate but welds	90	size effect for t>25mm: $k_s=(25/t)^{0.2}$	5) Transverse splices in plates or flats. 6) Full cross-section butt welds of rolled sections without cope holes. 7) Transverse splices in plates or flats tapered in width or in thickness with a slope ≤ ¼. Translation of welds to be machined notch free.	- The height of the weld convexity to be not greater than 10% of the weld width, with smooth transition to the plate surface. - Weld run-on and run-off pieces to be used and subsequently removed, plate edges to be ground flush in direction of stress. - Welded from both sides; checked by NDT. Details 5 and 7: Welds made in flat position.
Подужни угаони шавови/ Longitudinal fillet welds	100		5) Manual fillet or butt weld. 6) Manual or automatic or fully mechanized butt welds carried out from one side only, particularly for box girders	5), 6) A very good fit between the flange and web plates is essential. The web edge to be prepared such that the root face is adequate for the achievement of regular root penetration without break-out.

Олкери на монтажним наставцима/ Cap holes	71		9) Longitudinal butt weld, fillet weld or intermittent weld with a cope hole height not greater than 60 mm. For cope holes with a height > 60 mm see detail 1) in Table 8.4	9) $\Delta\sigma$ based on direct stress in flange.
Можданици типа чеп са главом/ Studs	80		9) The effect of welded shear studs on base material.	

M3, Оптерећење LM71 на једном колосеку – карактеристичне вредности
M3, Load LM71 on one track – characteristic values



M3, Оптерећење LM71 на оба колосека – карактеристичне вредности
M3, Load LM71 on two tracks – characteristic values



λ коефицијент EH1993-2:2006+C:2009

$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4, \quad \lambda \le \lambda_{max} = 1.40$

	Крај носача λа/ End of beam	Средина носача Middle of beam λб	Коментар Comment
λ_1	0.85	0.85	Табела 9.3
λ_2	0.83	0.83	Табела 9.5
λ_3	1.0	1.0	Табела 9.6
λ_4	0.84	0.82	Табела 9.7
	$\lambda_a = 0.593$	$\lambda_b = 0.579$	

За даљи прорачун усвојено $\lambda = 0.593$ за цео попречни носач. ./ For further analysis value $\lambda = 0.593$ is adopted.

Услов /Condition:

$$\gamma_{Ff}\ \Delta\sigma_{E2} \le \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

$$\Delta\sigma_p = |\ \sigma_{p,max} - \ \sigma_{p,min}\ |$$

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p$$

$$\gamma_{Ff} = 1.0\ ,\ \gamma_{Mf} = 1.35$$

M3	N	Φ2	σ1	σ2c	σ2s	σ3	
1382.0	0	1.213	-0.431	0.012	0.072	9.587	korisno x dinamicki koeficijent

<u>Пресек у средини/ Middle section</u>

Горња фланша/ Top flange

$$\Delta\sigma_p = 0.012 kN/cm^2$$

$$\Delta\sigma_{E,2} = 0.593 \cdot 0.012 = 0.007 kN/cm^2$$

$$\Delta\sigma_{E,2} = 0.007 < \frac{8.0}{1.35} = 5.93 \Rightarrow OK$$

Доња фланша

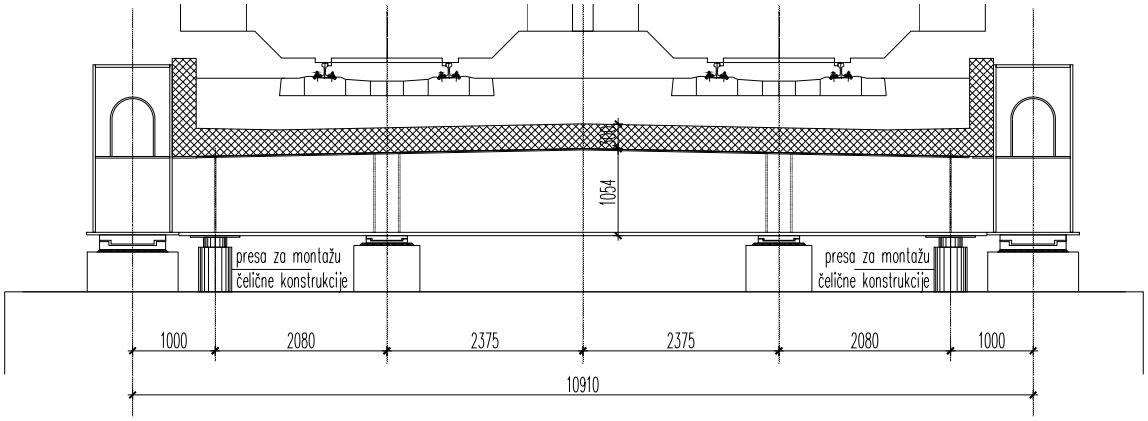
$$\Delta\sigma_p = 9.587 kN/cm^2$$

$$\Delta\sigma_{E,2} = 0.593 \cdot 9.587 = 5.68 kN/cm^2$$

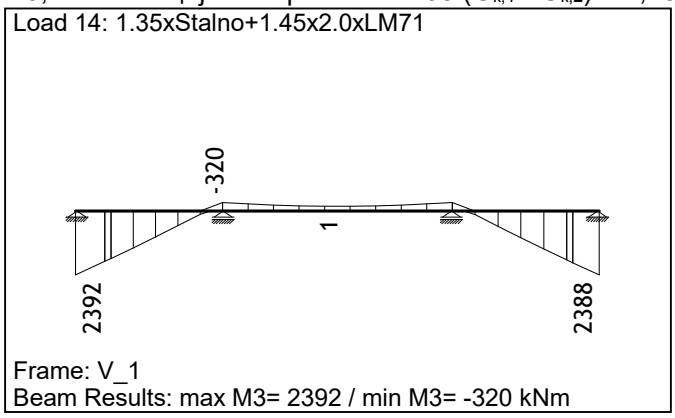
$$\Delta\sigma_{E,2} = 5.68 < \frac{10.0}{1.35} = 7.41 \Rightarrow OK$$

8.2 Крајњи попречни носачи/ End cross beams

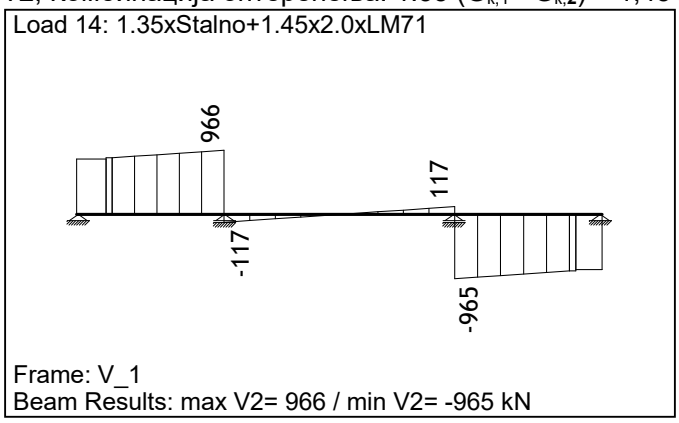
8.2.1 Гранична стања носивости (ULS)



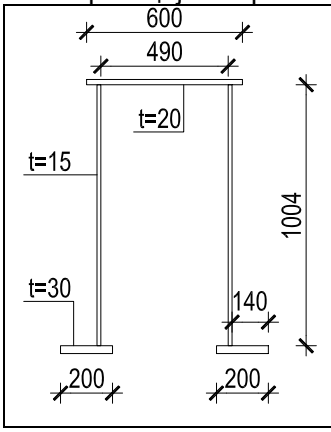
M3, Комбинација оптерећења: 1.35 ($G_{к,1}$+ $G_{к,2}$) + 1,45 x 2,0 x α x $Q_{к,1}$



T2, Комбинација оптерећења: 1.35 ($G_{к,1}$+ $G_{к,2}$) + 1,45 x 2,0 x α x $Q_{к,1}$



Класификација попречног пресека:



Горња фланша:
c/t=490/20=24.5<33ε =26.73 ⇒ класа1
Ребро:
c/t=1004/15=66.9<83ε= 67.2⇒ класа2
Доња фланша:
c/t=14/3=4.7<9ε= 7.29 ⇒ класа1

⇒ пресек класе 2 и код позитивног и код негативног момента савијања

$W_{pl} = 271 \cdot (36.7 + 40.6) = 20948 cm^3$

$A_v = 2 \cdot 100.4 \cdot 1.5 = 301.2 cm^2$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{20948 \cdot 35.5}{1.0} = 743654 kNcm = 7436.54 kNm$$

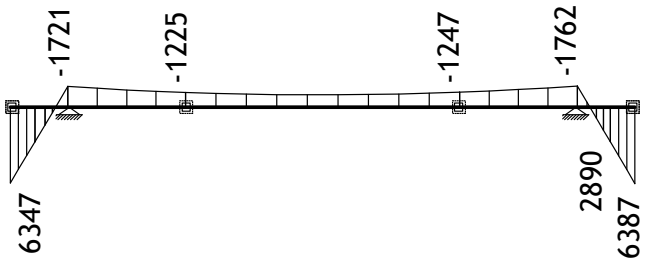
$$V_{c,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{301.2(35.5/\sqrt{3})}{1.0} = 6173 kN ,$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{2388}{7436.5} = 0.32 < 1.0 \Rightarrow OK$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{966}{6173} = 0.156 < 1.0 \Rightarrow OK$$

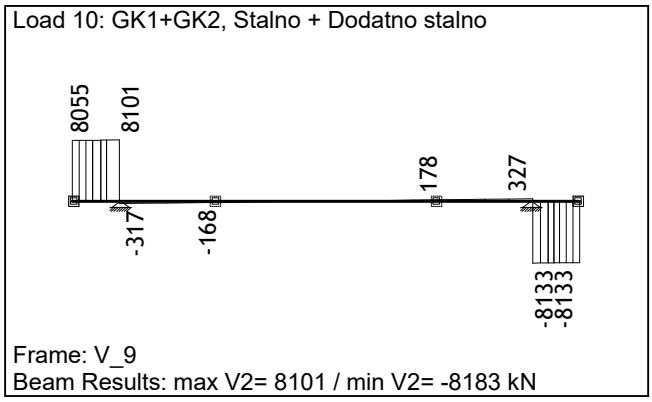
Провера попречног носача за код одизања конструкције за замену лежишта. Одизање са попречног носача дозвољено је само уз затвор саобраћаја. Провера ће бити урађена за носач код S2 и S3, јер су то попречни носачи истог пресека, а јављају се знатно већи утицаји код одизања./ Cross beam check for structure uplift for bearing replacement. Uplift using cross girder is allowed with full traffic restrictions only. Check will be done for cross beams on pier S2 and S3, because those beams are with same cross section, but with higher section forces.

Load 10: GK1+GK2, Stalno + Dodatno stalno



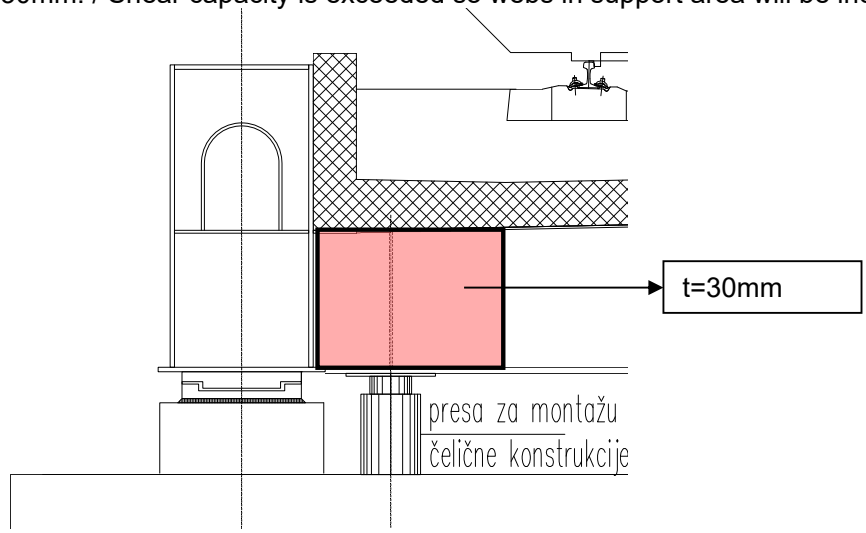
Frame: V_9
Beam Results: max M3= 6387 / min M3= -1762 kNm

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{1.35 \cdot 2890}{7436.5} = 0.524 < 1.0 \Rightarrow OK$$



$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{1.35 \cdot 8133}{6173} = 1.77 > 1.0 \Rightarrow notOK!$$

Прекорачена је носивост на смицање, због тога ће ребра ослоначкх зона бити појачана на 30mm. / Shear capacity is exceeded so webs in support area will be increased to 30mm.



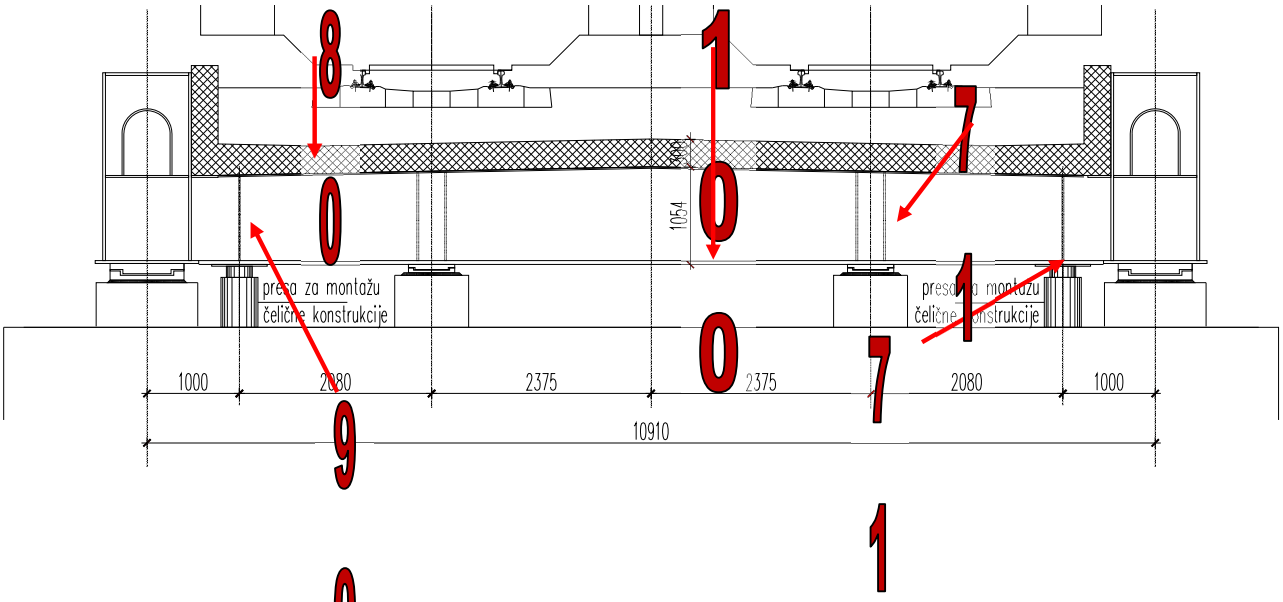
Са ребром од 30mm/ With 30mm web:

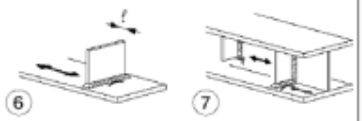
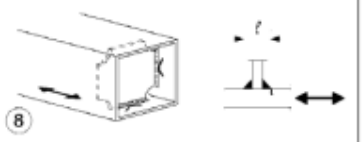
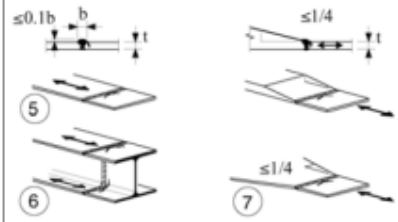
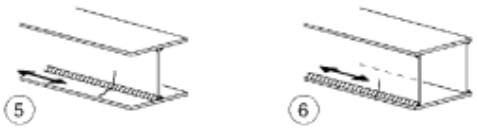
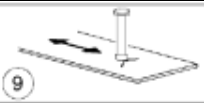
$$A_v = 2 \cdot 100.4 \cdot 3 = 602.4 cm^2$$

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{602.4(35.5 / \sqrt{3})}{1.0} = 12346 kN$$

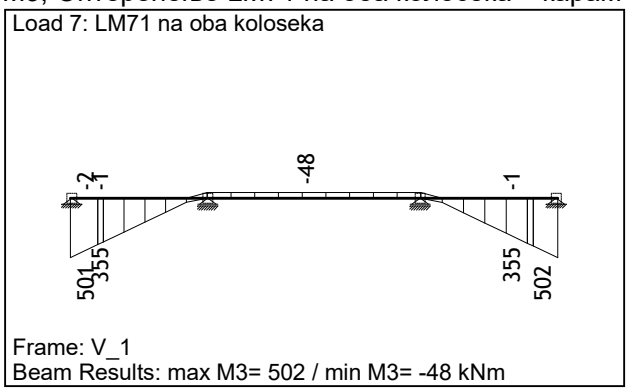
$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{1.35 \cdot 8133}{12346} = 0.89 < 1.0 \Rightarrow OK$$

8.2.2 Замор/ Fatigue

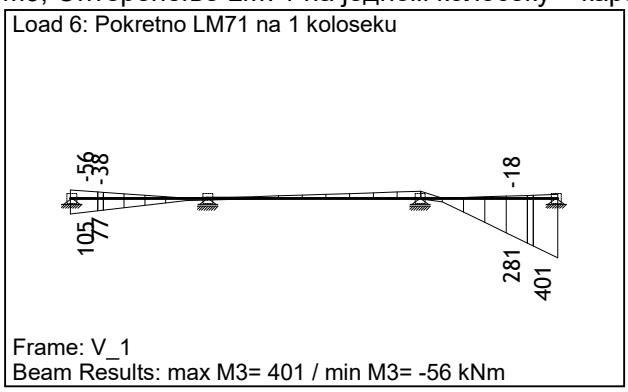


Попречно укрућење , Веза ребра попречног носача за главни	80	$t \leq 50$mm		Transverse attachments: 6) Welded to plate. 7) Vertical stiffeners welded to a beam or plate girder. 8) Diaphragm of box girders welded to the flange or the web. May not be possible for small hollow sections. The values are also valid for ring stiffeners.	Details 6) and 7): Ends of welds to be carefully ground to remove any undercut that may be present. 7) $\Delta\sigma$ to be calculated using principal stresses if the stiffener terminates in the web, see left side.
	71	$50 < t \leq 80$mm			
Сучеони спојеви лимова	90	size effect for $t > 25$mm: $k_s = (25/t)^{0.2}$		5) Transverse splices in plates or flats. 6) Full cross-section butt welds of rolled sections without cope holes. 7) Transverse splices in plates or flats tapered in width or in thickness with a slope $\leq$ ¼. Translation of welds to be machined notch free.	- The height of the weld convexity to be not greater than 10% of the weld width, with smooth transition to the plate surface. - Weld run-on and run-off pieces to be used and subsequently removed, plate edges to be ground flush in direction of stress. - Welded from both sides; checked by NDT. Details 5 and 7: Welds made in flat position.
Подужни угаони шавови	100			5) Manual fillet or butt weld. 6) Manual or automatic or fully mechanized butt welds carried out from one side only, particularly for box girders	5), 6) A very good fit between the flange and web plates is essential. The web edge to be prepared such that the root face is adequate for the achievement of regular root penetration without break-out.
Олкери на монтажним наставцима	71			9) Longitudinal butt weld, fillet weld or intermittent weld with a cope hole height not greater than 60 mm. For cope holes with a height > 60 mm see detail 1) in Table 8.4	9) $\Delta\sigma$ based on direct stress in flange.
Можданици типа чеп са главом	80			9) The effect of welded shear studs on base material.	

M3, Оптерећење LM71 на оба колосека – карактеристичне вредности



M3, Оптерећење LM71 на једном колосеку – карактеристичне вредности



λ коефицијент EH1993-2:2006+C:2009

$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4, \quad \lambda \le \lambda_{max} = 1.40$

	Крај носача λi	Коментар
λ_1	1.35	Табела 9.3
λ_2	1.0	Табела 9.5
λ_3	1.0	Табела 9.6
λ_4	0.84	Табела 9.7
	$\lambda_a = 1.134$	

Услов:

$\gamma_{Ff}\ \Delta\sigma_{E2} \le \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$

$\Delta\sigma_p = |\ \sigma_{p,max} - \ \sigma_{p,min}\ |$

$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p$

$\gamma_{Ff} = 1.0\ ,\ \gamma_{Mf} = 1.35$

<u>Веза попречног и главног носача</u>

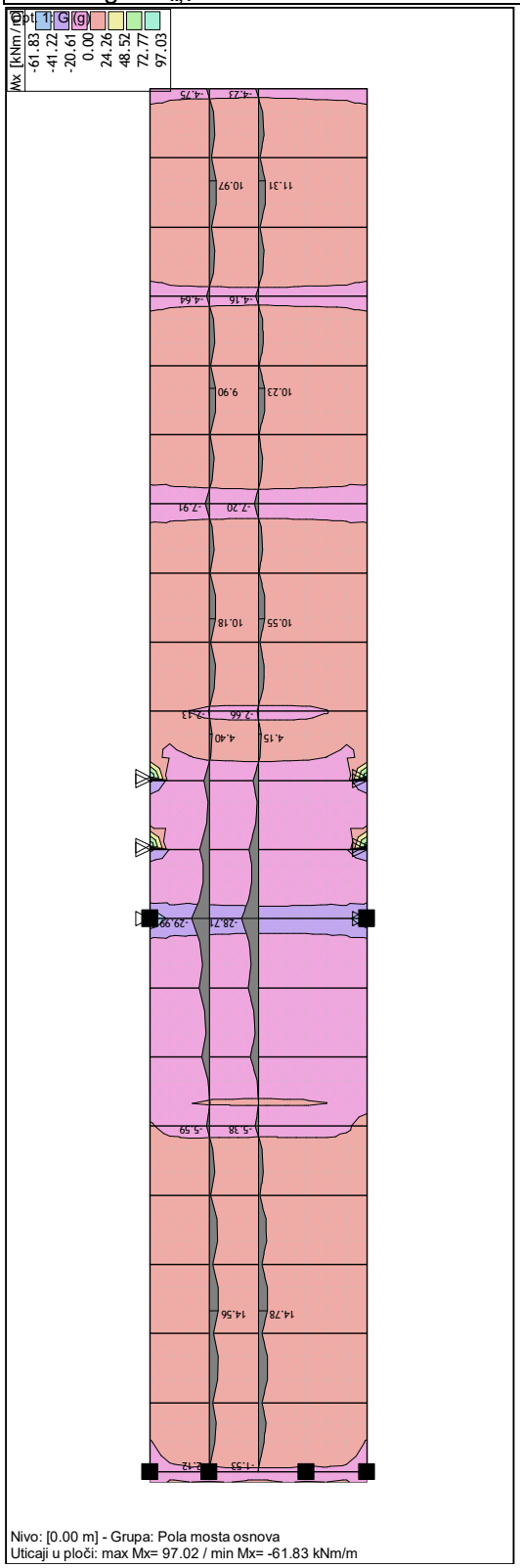
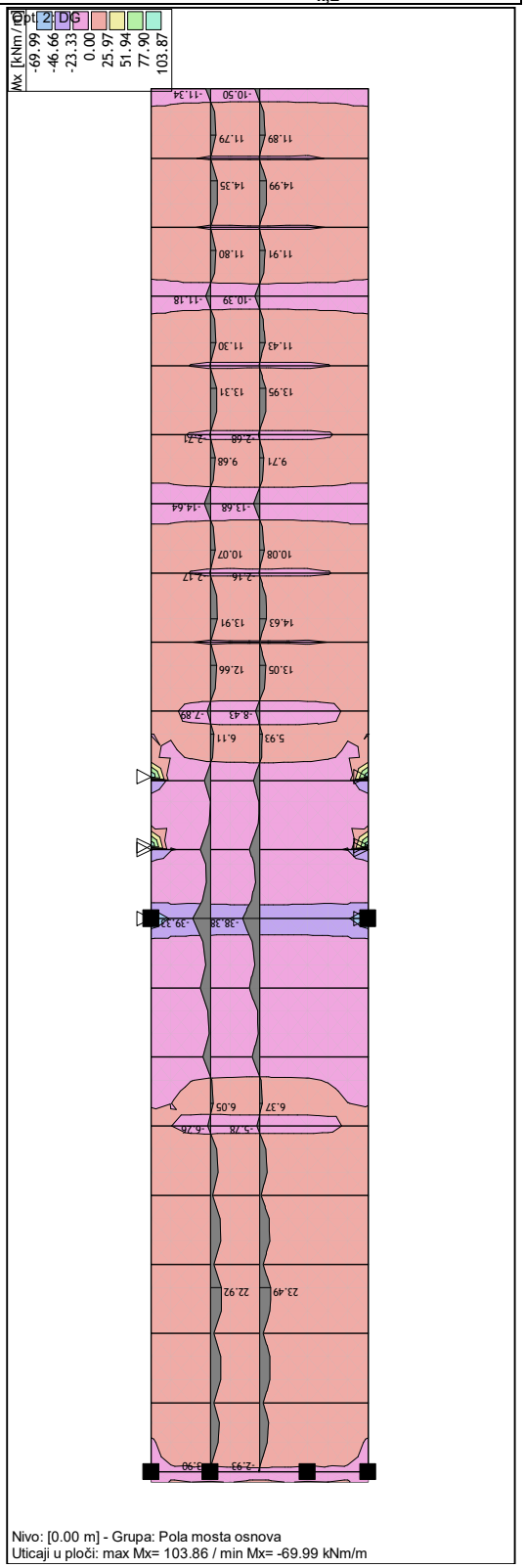
$\Delta\sigma_p = \frac{281 \cdot 100}{17085} = 1.64 kN/cm^2$

$\Delta\sigma_{E,2} = 1.35 \cdot 1.68 \cdot 1.64 = 3.72 kN/cm^2$

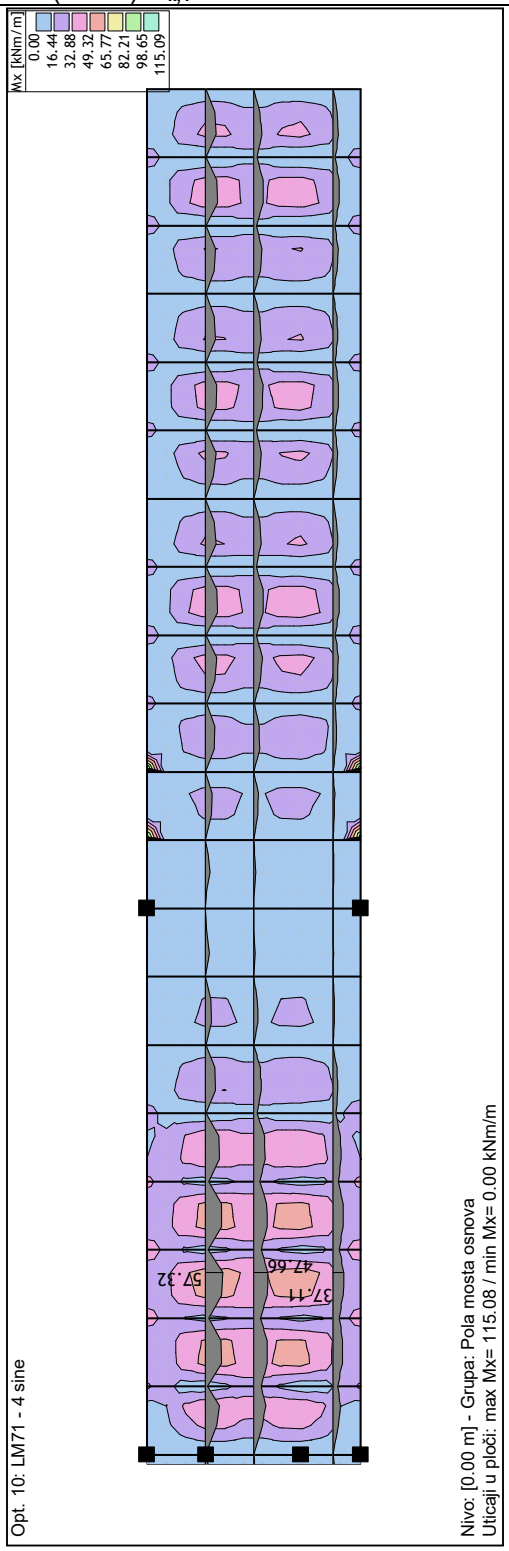
$\Delta\sigma_{E,2} = 3.72 < \frac{7.1}{1.35} = 5.26 \Rightarrow OK$

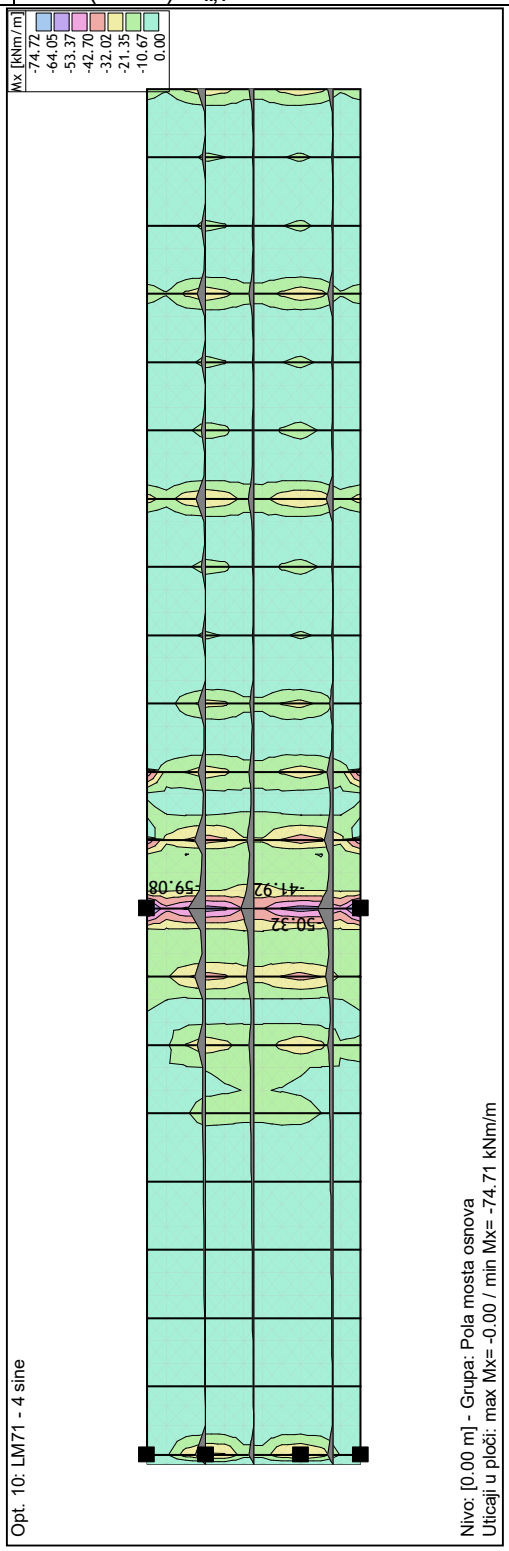
9. КОЛОВОЗНА ПЛОЧА/ DECK PLATE

9.1 Статички утицаји/ Section forces

Савијање плоче, правац Mx: Стално оптерећење $G_{к,1}$/ Bending, direction Mx: Selfweight $G_{к,1}$	Савијање плоче, правац Mx: Додатно стално оптерећење $G_{к,2}$/ Bending, direction Mx: Dead load $G_{к,2}$
	

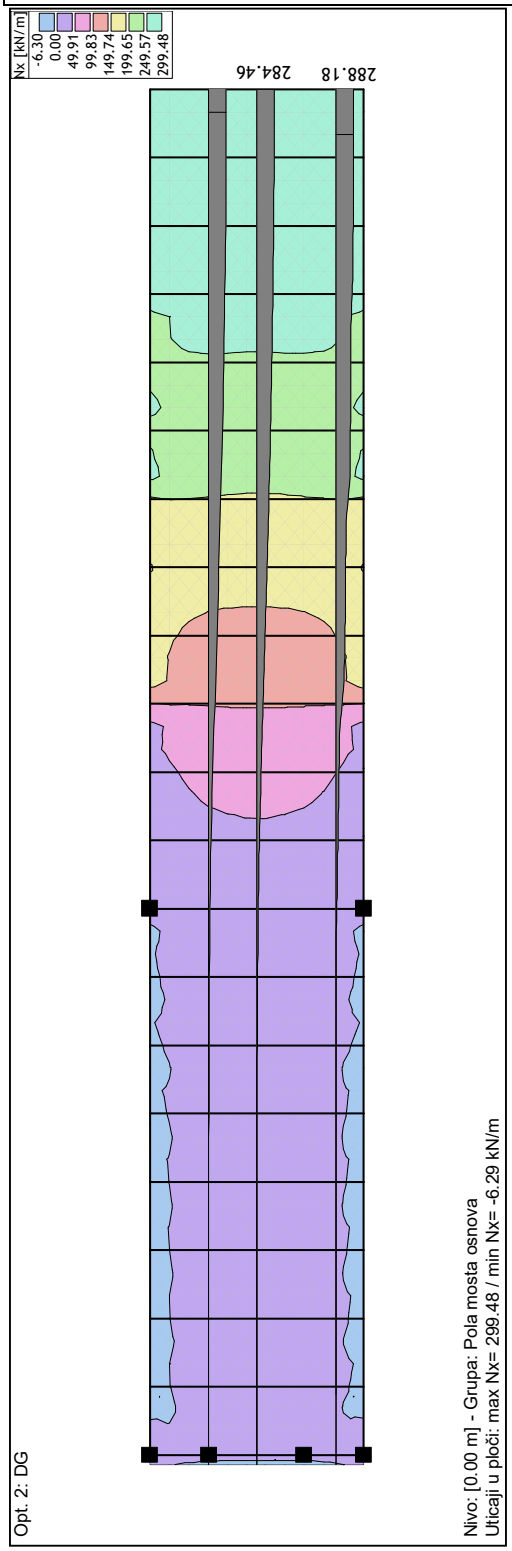
Савијање плоче, правац анвелопа Mx+: Саобраћајно оптерећење (LM71) $Q_{к,1}$/ Bending anvelope, direction Mx+: Traffic load (LM71) $Q_{к,1}$	Савијање плоче, правац анвелопа Mx-: Саобраћајно оптерећење (LM71) $Q_{к,1}$/ Bending anvelope, direction Mx-: Traffic load (LM71) $Q_{к,1}$

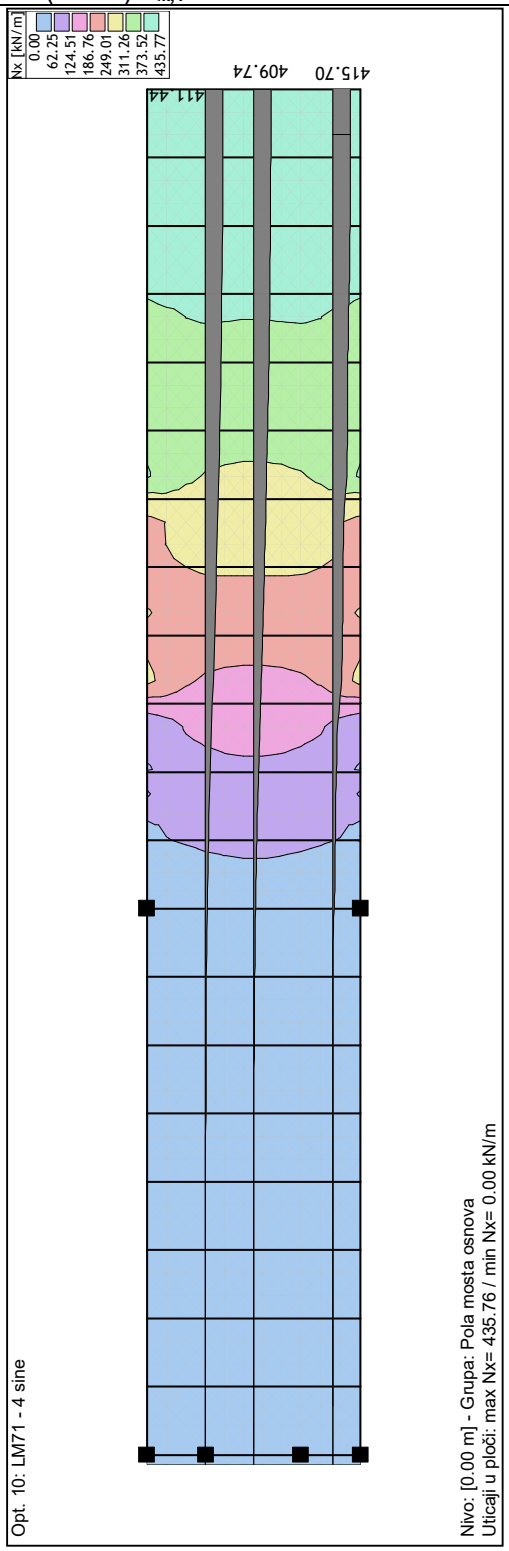




Аксијално затезање коловозне плоче у подужном правцу од из глобалног система/Axial tension of deck plate in longitudinal direction from global analysis

Затезање плоче, правац Nx: Додатно стално оптерећење $G_{к,2}$/ Deck axial tension, direction Nx: Dead load $G_{к,2}$	Затезање плоче, правац Nx: Саобраћајно оптерећење (LM71) $Q_{к,1}$/ Deck axial tension, direction Nx: Traffic load (LM71) $Q_{к,1}$





Крутост армирано бетонске плоче за затезање у подужном правцу, одређена је са ефективним модулом еластичности испрскалог бетона, као заменјујућа крутост арматуре према EH1994-2:2005 5.4.28/
Stiffness of deck plate in longitudinal direction will be derived with effective section modul of cracked concrete acc to EN1994-2:2005 5.4.28.

$$E_{eff}A_c = (EA_s)_{eff} = \frac{E_s A_s}{1-0.35/(1+n_0\rho_s)} \rightarrow E_{eff} = E_s \frac{\rho_s}{1-0.35/(1+n_0\rho_s)}$$

$$E_c = E_{cm} = 3400kN/cm^2,\ n_0 = 6.18,\ \rho_s = A_s/A_c \approx 0.03$$

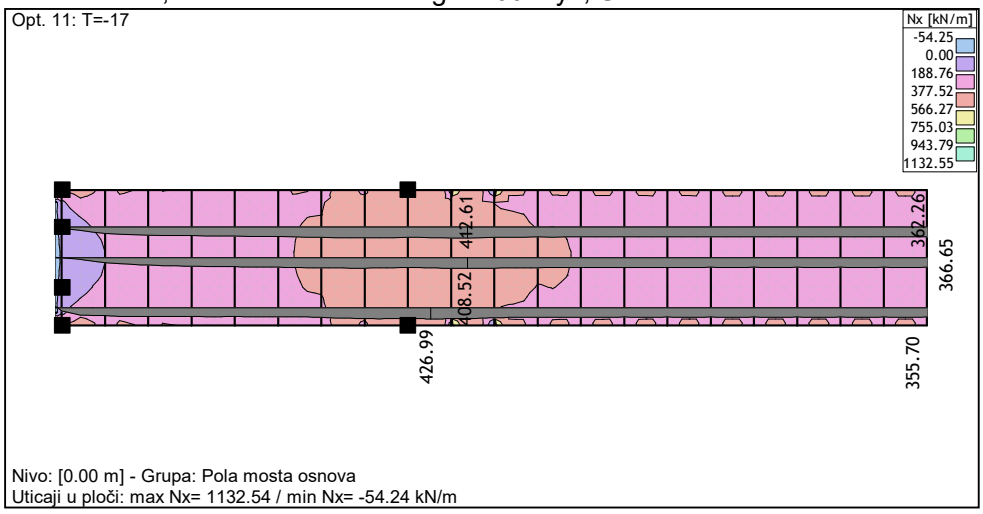
$$E_{eff} = 21000\frac{0.03}{1-0.35/(1+6.18\cdot 0.03)} = 894kN/cm^2$$

Аксијално затезање коловозне плоче од скупљања **Shr**/ Axial tension of deck plate due to shrinkage **Shr**

Дилатација скупљања
t=60 дана, $\Rightarrow \varepsilon_{cs} = 1.7\cdot 10^{-4}$

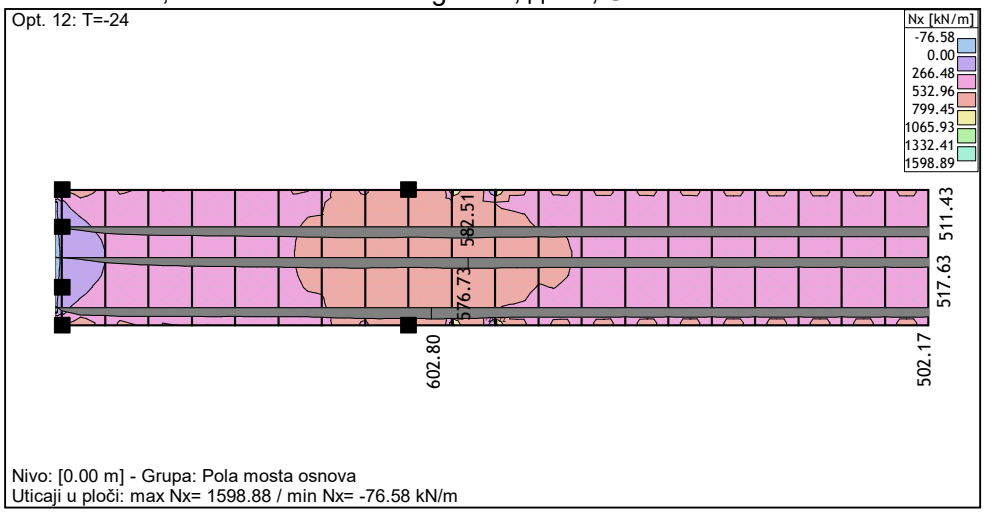
t=∞, $\Rightarrow \varepsilon_{cs} = 2.4\cdot 10^{-4}$

Затезање плоче, правац Nx: Скупљање t=60дана, **Shr**
Deck tension, direction Nx: Shrincage t=60days, **Shr**



Напомена: Скупљање је задато као замењујућа температура t=-17C
Note: Shrinkage is modelled as equivalent temperature t=-17C

Затезање плоче, правац Nx: Скупљање t=∞, дана, **Shr**
Deck tension, direction Nx: Shrincage t=∞, дана, **Shr**



Напомена: Скупљање је задато као замењујућа температура t=-24C/ Note: Shrinkage is modelled as equivalent temperature t=-24C

Утицаји за димензионисање плоче/ Section forces

$$M_{x,Ed,\max} = 1.35(G_{k1} + G_{k2}) + 1.45 \cdot \phi_3 \cdot \alpha \cdot Q_{k1} =$$

$$M_{x,Ed,\max} = 217.8 kNm / m$$

$$M_{x,Ed,\min} = 1.35(G_{k1} + G_{k2}) + 1.45 \cdot \phi_3 \cdot \alpha \cdot Q_{k1}$$

$$M_{x,Ed,\min} = -266.3 kNm / m$$

$$N_{x,Ed} = 1.35(G_{k2} + Shr) + 1.45 \cdot \phi_3 \cdot \alpha \cdot Q_{k1}$$

$$N_{x,Ed} = 1624.9 kN / m$$

9.2 Арматура/ Reinforcement

Подужни правац/ Longitudinal direction

Потребна арматура доње зоне услед савијања/ Reinforcement in bottom layer due to bending:

$$\mu = \frac{M_{x,Ed,\max}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{217.8 \cdot 100}{100 \cdot 25^2 \cdot 0.85 \cdot 3.5/1.5} = 0.159$$

$$\Rightarrow \zeta = 0.892, \xi = 0.259, \varepsilon_{c2} = 3.5, \varepsilon_{s1} = 10.0$$

$$A_a = \frac{M_{x,Ed,\max}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{217.8 \cdot 100}{0.892 \cdot 25 \cdot 43.48} = 22.47 cm^2 / m$$

Потребна арматура горње зоне услед савијања/ Reinforcement in top layer due to bending:

$$\mu = \frac{M_{x,Ed,\min}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{266.3 \cdot 100}{100 \cdot 25^2 \cdot 0.85 \cdot 3.5/1.5} = 0.159$$

$$\Rightarrow \zeta = 0.892, \xi = 0.259, \varepsilon_{c2} = 3.50, \varepsilon_{s1} = 10.0$$

$$A_a = \frac{M_{x,Ed,\max}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{266.3 \cdot 100}{0.892 \cdot 25 \cdot 43.48} = 27.46 cm^2 / m$$

Арматура плоче услед затезања/ Deck reinforcement due tension:

$$A_a = \frac{N_{x,Ed,\max}}{f_{yd}} = \frac{1624.9}{43.48} = 37.37 cm^2 / m$$

Усвојена арматура у подужном правцу/ Reiforcement in longitudinal direction

Доња зона/ Bottom layer: Ф20/10 (Aa=31,4cm^2/m')
Средња зона/ Middle layer: Ф20/10 (Aa=31,4cm^2/m')
Горња зона/ Top layer: Ф20/10 (Aa=31,4cm^2/m')

Усвојена арматура у попречном правцу/ Reiforcement in transversal direction

Обзиром да је коловозна плоча спрегнута у попречном правцу, те као део попречног носача изложена притиску, ова арматура се неће проверавати у овој фази пројекта. Конструктивно усвојено:

Горња зона/ Top layer: Ф16/15 (Aa=13.3cm^2/m')
Доња зона/ Bottom layer: Ф16/15 (Aa=13.3cm^2/m')

Провера усвојене арматуре за утицаје од раног скупљања t=t_0

Reinforcement control for early shrinkage actions

$$N_c = -E_{cm} \cdot \varepsilon_c \cdot A_{con,bruto}$$

$$N_c = 3400 \cdot 1.7 \cdot 10^{-4} \cdot 30 \cdot 100 = 1734 kN / m$$

$$N_{shr,Ed} = 1.35 \cdot 1734 = 2340.9 kN / m$$

$$A_a = \frac{N_{x,Ed,\max}}{f_{yd}} = \frac{1734}{43.48} = 39.88 cm^2 / m < 94.2 cm^2$$

9.3 Контрола прслина/ Cracks control

Према/ Acc to SRPS EN 1992-1-1:2004 т. 7.3.
Максимална ширина прслина/ Crack max width: w_{max}=0.3mm

$$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

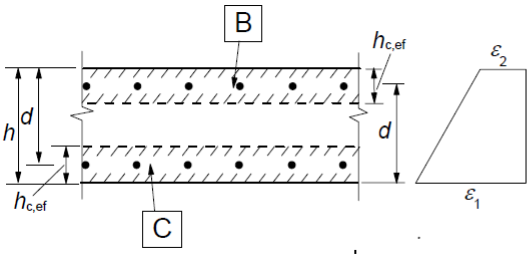
$s_{r,\max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi / \rho_{p,eff}$ максимално растојање прслина/ crack max spacing

$$k_1 = 0.8, \quad k_2 = 1.0, \quad k_3 = 3.4, \quad k_4 = 0.425$$

Максимални утицаји из комбинације/ Max section forces due to load:
$1.0(G_{k2} + Shr) + 1.0 \cdot Q_{k1}$ (прорачун са квази сталнним оптерећењима)

$$M_x = 39.33 kNm/m$$

$$N_x = 805.0 kN/m$$



B - effective tension area for upper surface, $A_{ct,eff}$

C - effective tension area for lower surface, $A_{cb,eff}$

$$h_{c,eff} = \min \begin{Bmatrix} (h-x)/3 = (30-0)/3 = 10 \\ h/2 = 30/2 = 15.0 \\ 2.5(h-d) = 2.5(30-25) = 12.5 \end{Bmatrix}$$

$$A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b = 10 \cdot 100 = 1000 cm^2$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{31.4}{1000} = 0.034$$

$$s_{r,\max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi / \rho_{p,eff} = 3.4 \cdot 40 + 0.8 \cdot 1.0 \cdot 0.425 \cdot 20 / 0.034 = 336 mm$$

$$k_t = 0.4, \quad \sigma_s = 205 MPa, \quad f_{ct,eff} = f_{ctm} = 3.2 MPa, \quad \alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{34} = 5.88$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}(1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0.6 \frac{205}{200 \cdot 10^3} = 0.615 \cdot 10^{-3}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{205 - 0.4 \frac{3.2}{0.034}(1 + 5.88 \cdot 0.034)}{200 \cdot 10^3} = 0.799 \cdot 10^{-3} > 0.586 \cdot 10^{-3} \quad \rightarrow \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0.799 \cdot 10^{-3}$$

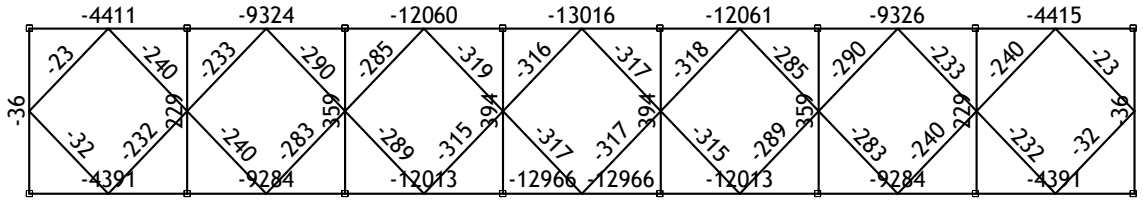
$$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 336 \cdot 0.799 \cdot 10^{-3} = 0.27 mm < 0.30 mm$$

Захтеви у погледу ширине прслина су задовољени/ Conditions are fullfiled.

10. СПРЕГ ЗА ВЕТАР

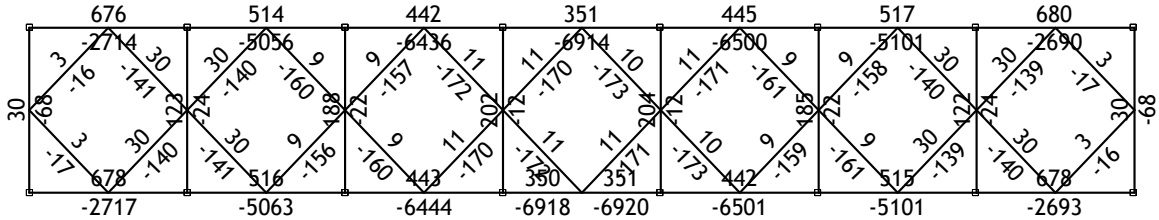
10.1 Статички утицаји

Opt. 12: Gk,1+Gk,2



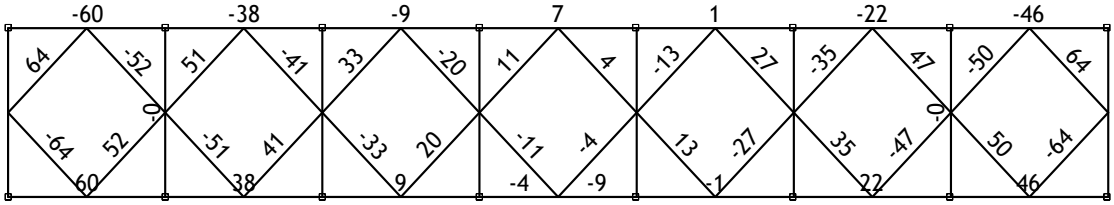
Nivo: [9.50 m]
Uticaji u gredi: max N1= 395 / min N1= -13016 kN

Opt. 7: LM71 na oba koloseka



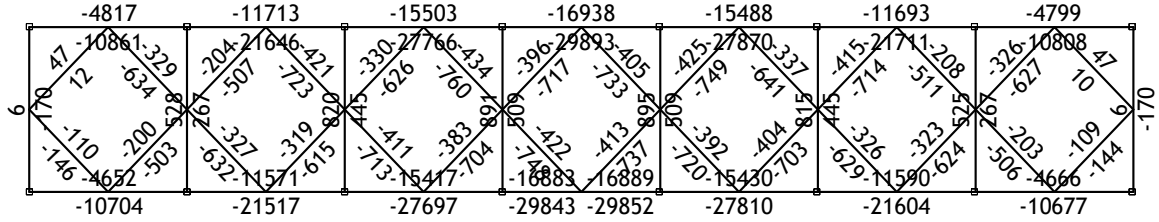
Nivo: [9.50 m]
Uticaji u gredi: max N1= 689 / min N1= -6920 kN

Opt. 11: VETAR POPRECNI



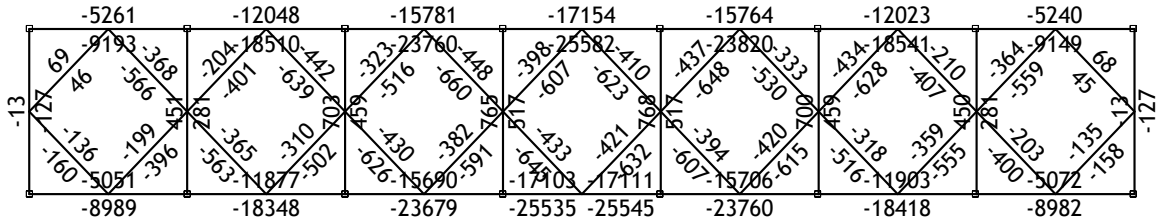
Nivo: [9.50 m]
Uticaji u gredi: max N1= 101 / min N1= -100 kN

Opt. 16: Kombinacija 1.1a



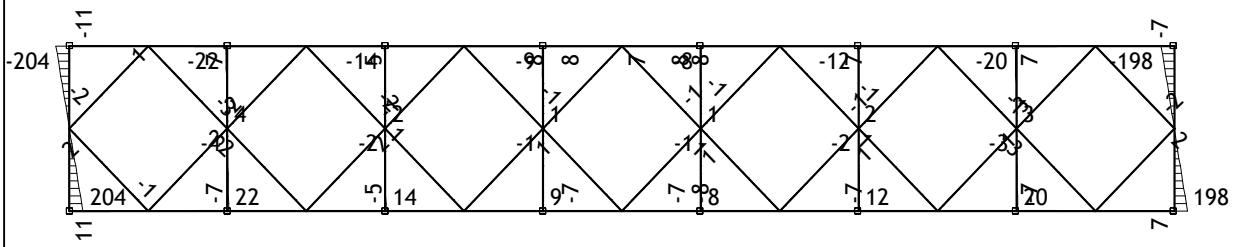
Nivo: [9.50 m]
Uticaji u gredi: max N1= 904 / min N1= -29898 kN

Opt. 17: Kombinacija 1.5



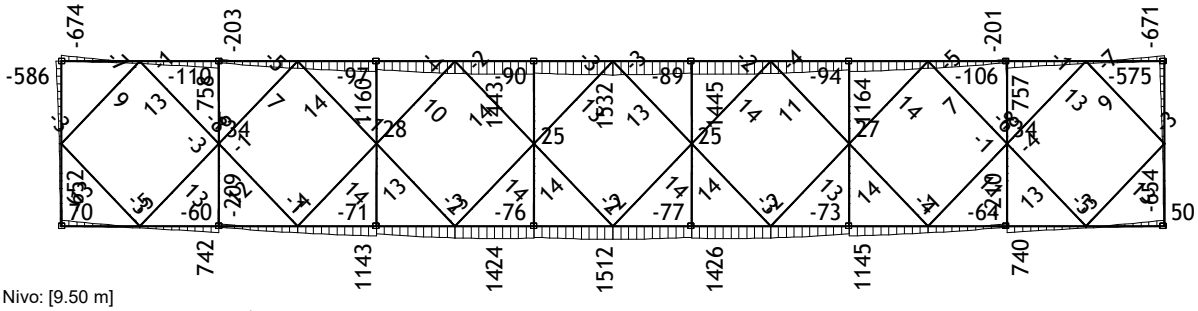
Nivo: [9.50 m]
Uticaji u gredi: max N1= 780 / min N1= -25588 kN

Opt. 11: VETAR POPRECNI



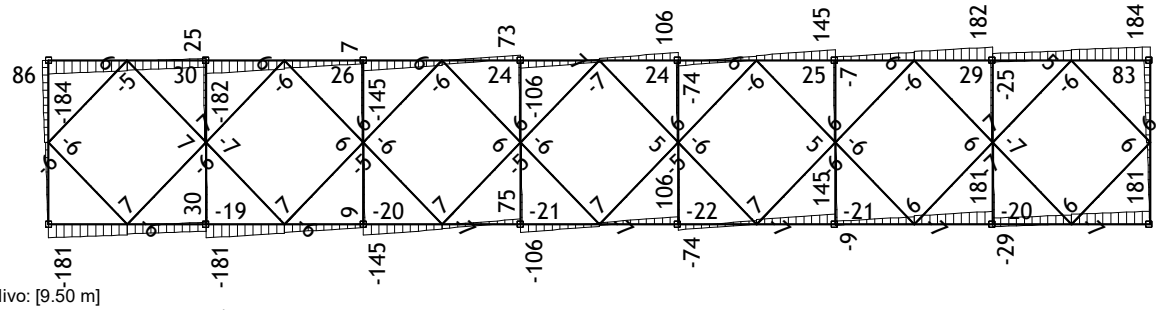
Nivo: [9.50 m]
Uticaji u gredi: max M3= 204 / min M3= -204 kNm

Opt. 16: Kombinacija 1.1a



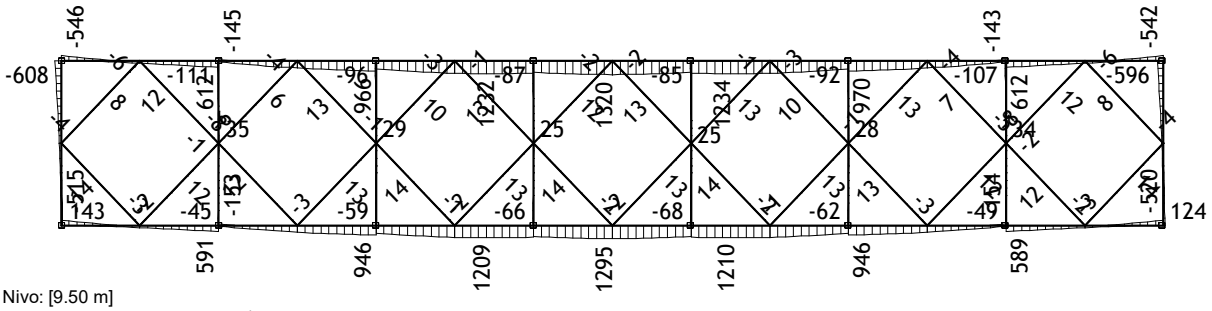
Nivo: [9.50 m]
Uticaji u gredi: max M3= 1532 / min M3= -674 kNm

Opt. 16: Kombinacija 1.1a



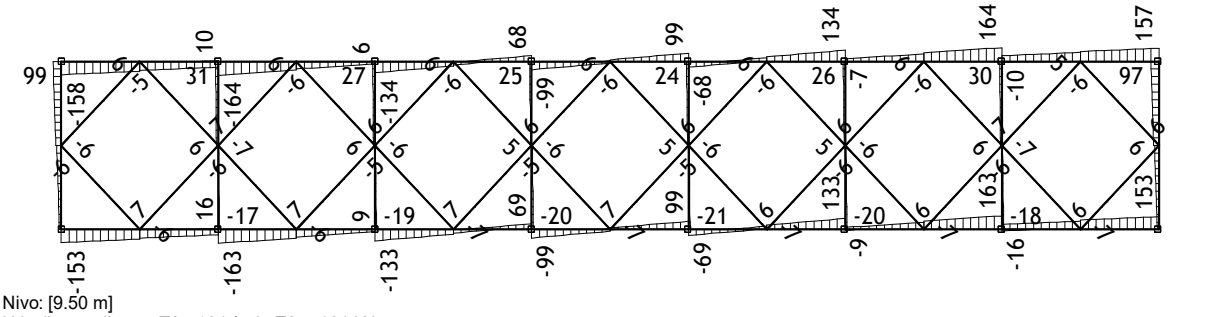
Nivo: [9.50 m]
Uticaji u gredi: max T2= 184 / min T2= -184 kN

Opt. 17: Kombinacija 1.5



Nivo: [9.50 m]
Uticaji u gredi: max M3= 1320 / min M3= -608 kNm

Opt. 17: Kombinacija 1.5

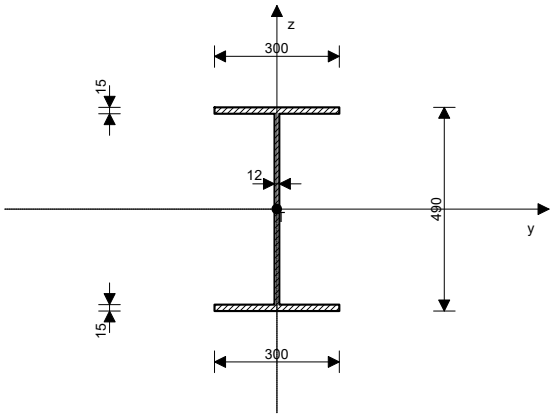


Nivo: [9.50 m]
Uticaji u gredi: max T2= 164 / min T2= -164 kN

10.1 Контрола стабилности/ Element control

10.1.1 Дијагонале спрега/ Diagonals

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESEKA



Ax =	145.20	cm2
Ay =	90.000	cm2
Az =	55.200	cm2
Ix =	93.996	cm4
Iy =	60516	cm4
Iz =	6756.6	cm4
Wy =	2470.0	cm3
Wz =	450.44	cm3
Wy,pl =	2772.3	cm3
Wz,pl =	675.00	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

16. γ=0.52	15. γ=0.51	17. γ=0.45
14. γ=0.36	13. γ=0.34	12. γ=0.22

ŠTAP IZLOŽEN PRITISKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 101.2 cm od početka štapa)

Računska normalna sila	NEd =	-748.21	kN
Transverzalna sila u y pravcu	VEd,y =	2.412	kN
Transverzalna sila u z pravcu	VEd,z =	-3.609	kN
Momenat savijanja oko y ose	MEd,y =	9.573	kNm
Momenat savijanja oko z ose	MEd,z =	6.578	kNm
Momenat torzije	Mt =	0.013	kNm
Sistemska dužina štapa	L =	749.02	cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESEKA
Klasa preseka 3

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESEKA
6.2.4 Pritisak

Računska otpornost na pritisak	Nc,Rd =	5154.6	kN

Uslov 6.9: NEd <= Nc,Rd (748.21 <= 5154.60)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni otporni moment	Wy,eff =	1999.9	cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	709.96	kNm

Uslov 6.12: MEd,y <= Mc,Rd,y (9.57 <= 709.96)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni otporni moment	Wz,eff =	406.97	cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	144.47	kNm

Uslov 6.12: MEd,z <= Mc,Rd,z (6.58 <= 144.47)

6.2.6 Smicanje

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,z =	1131.4	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,z =	1131.4	kN

Uslov 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (3.61 <= 1131.38)

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,y =	1780.9	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,y =	1780.9	kN

Uslov 6.17: VEd,y <= Vc,Rd,y (2.41 <= 1780.93)

6.2.10 Savijanje smicanje i aksijalna sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uslov: VEd,z <= 50%Vpl,Rd,z ; VEd,y <= 50%Vpl,Rd,y

6.2.9 Savijanje i aksijalna sila
Uslov 6.42: (0.20 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	749.02	cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.480	
Kriva izvijanja za osu y-y: B	α =	0.340	
Elastična kritična sila	Ncr,y =	22357	kN
Redukcioni koeficijent	χ,y =	0.893	
Računska otpornost na izvijanje	Nb,Rd,y =	4184.1	kN

Uslov 6.46: NEd <= Nb,Rd,y (748.21 <= 4184.11)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	749.02	cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	1.437	
Kriva izvijanja za osu z-z: C	α =	0.490	
Redukcioni koeficijent	χ,z =	0.336	
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd,z =	1573.7	kN

Uslov 6.46: NEd <= Nb,Rd,z (748.21 <= 1573.70)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.132	
Koeficijent	C2 =	0.459	
Koeficijent	C3 =	0.525	
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000	
Koef.efekt.dužine torzionog uvrtanja	kw =	1.000	
Koordinata	zg =	0.000	cm
Koordinata	zj =	0.000	cm
Razmak bočno pridržanih tačaka	L =	749.02	cm
Sektorski momenat inercije	Iw =	3.81e+6	cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	832.31	kNm
Odgovarajući otporni momenat	Wy =	2470.0	cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.490	
Bezdimenziona vitkost	λLT_ =	1.026	
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.525	
Računska otpornost na izvijanje	Mb,Rd =	418.32	kNm

Uslov 6.54: MEd,y <= Mb,Rd (9.57 <= 418.32)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog preseka opterećeni savijanjem i aksijalnim pritiskom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br.2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	Cmy =	0.969
Koeficijent uniformnog momenta	Cmz =	0.400
Koeficijent uniformnog momenta	CmLT =	0.969
Koeficijent interakcije	kyy =	1.019
Koeficijent interakcije	kyz =	0.514
Koeficijent interakcije	kzy =	0.967
Koeficijent interakcije	kzz =	0.514

Redukcioni koeficijent	χy =	0.893
NEd / (χy NRk / γM1)		0.179
kyy * (MyEd + ΔMyEd) / ...		0.023
kyz * (MzEd + ΔMzEd) / ...		0.023

Uslov 6.61: (0.23 <= 1)

Redukcioni koeficijent	χz =	0.336
NEd / (χz NRk / γM1)		0.475
kzy * (MyEd + ΔMyEd) / ...		0.022
kzz * (MzEd + ΔMzEd) / ...		0.023

Uslov 6.62: (0.52 <= 1)

PROVERA OTPORNOSTI NA SMICANJE
(slučaj opterećenja 16, kraj štapa)

Računska normalna sila	NEd =	-540.37 kN
Transverzalna sila u y pravcu	VEd,y =	1.778 kN
Transverzalna sila u z pravcu	VEd,z =	6.788 kN
Momenat savijanja oko y ose	MEd,y =	-2.368 kNm
Momenat savijanja oko z ose	MEd,z =	-6.670 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	749.02 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESEKA
6.2.6 Smicanje

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,z =	1131.4 kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,z =	1131.4 kN

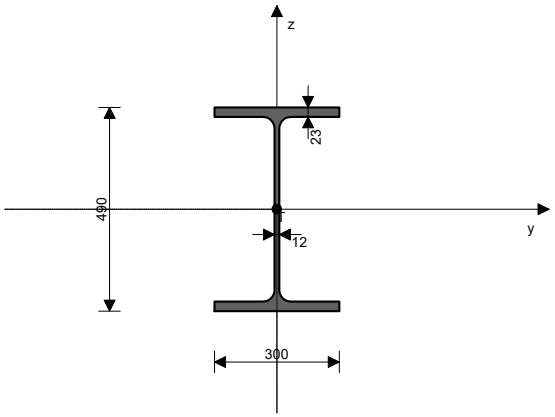
Uslov 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (6.79 <= 1131.38)

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,y =	1780.9 kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,y =	1780.9 kN

Uslov 6.17: VEd,y <= Vc,Rd,y (1.78 <= 1780.93)

10.1.2 Средње вертикале спрега/ Middle verticals

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESEKA



[mm]

Ax =	198.00	cm2
Ay =	122.82	cm2
Az =	75.180	cm2
Ix =	310.00	cm4
Iy =	86970	cm4
Iz =	10370	cm4
Wy =	3549.8	cm3
Wz =	691.33	cm3
Wy,pl =	3913.2	cm3
Wz,pl =	1035.0	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

16. γ=0.14	15. γ=0.14	17. γ=0.12
14. γ=0.10	13. γ=0.09	12. γ=0.06

ŠTAP IZLOŽEN ZATEZANJU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, kraj štapa)

Računska normalna sila	NEd =	904.30 kN
Transverzalna sila u y pravcu	VEd,y =	-0.298 kN
Transverzalna sila u z pravcu	VEd,z =	22.945 kN

Momenat savijanja oko y ose	MEd,y =	-85.220	kNm
Momenat savijanja oko z ose	MEd,z =	0.887	kNm
Sistemska dužina štapa	L =	1083.0	cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESEKA
Klasa preseka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESEKA
6.2.3 Zatezanje

Plast.rač.otpornost bruto preseka	Npl,Rd =	7029.0	kN
Granična rač.otpornost neto preseka	Nu,Rd =	6543.5	kN
Računska otp. na zatezanje	Nt,Rd =	6543.5	kN

Uslov 6.5: NEd <= Nt,Rd (904.30 <= 6543.50)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni otporni moment	Wy,eff =	2964.9	cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	1052.6	kNm

Uslov 6.12: MEd,y <= Mc,Rd,y (85.22 <= 1052.55)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni otporni moment	Wz,eff =	561.39	cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	199.29	kNm

Uslov 6.12: MEd,z <= Mc,Rd,z (0.89 <= 199.29)

6.2.6 Smicanje

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,z =	1092.0	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,z =	1092.0	kN

Uslov 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (22.95 <= 1092.02)

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,y =	2730.8	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,y =	2730.8	kN

Uslov 6.17: VEd,y <= Vc,Rd,y (0.30 <= 2730.76)

6.2.10 Savijanje smicanje i aksijalna sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uslov: VEd,z <= 50%Vpl,Rd,z ; VEd,y <= 50%Vpl,Rd,y

6.2.9 Savijanje i aksijalna sila

Odnos NEd / Npl,Rd		0.129	

Uslov 6.41: (0.01 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.565	
Koeficijent	C2 =	1.267	
Koeficijent	C3 =	2.640	
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000	
Koef.efekt.dužine torzionog uvrtanja	kw =	1.000	
Koordinata	zg =	0.000	cm
Koordinata	zj =	0.000	cm
Razmak bočno pridržanih tačaka	L =	1083.0	cm
Sektorski momenat inercije	Iw =	5.64e+6	cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	1253.5	kNm
Odgovarajući otporni momenat	Wy =	3913.2	cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210	
Bezdimenziona vitkost	λLT_ =	1.053	
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.629	
Računska otpornost na izvijanje	Mb,Rd =	794.01	kNm

Uslov 6.54: MEd,y <= Mb,Rd (85.22 <= 794.01)

PROVERA OTPORNOSTI NA SMICANJE
(slučaj opterećenja 17, kraj štapa)

Računska normalna sila	NEd =	690.65	kN
Transverzalna sila u y pravcu	VEd,y =	-0.307	kN
Transverzalna sila u z pravcu	VEd,z =	24.248	kN
Momenat savijanja oko y ose	MEd,y =	-83.168	kNm
Momenat savijanja oko z ose	MEd,z =	0.946	kNm
Sistemska dužina štapa	L =	1083.0	cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESEKA
6.2.6 Smicanje

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,z =	1092.0	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,z =	1092.0	kN

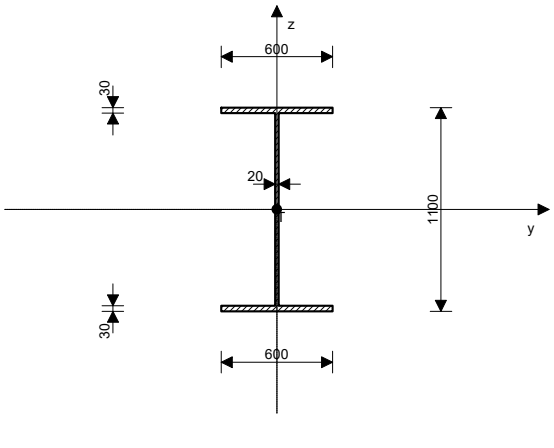
Uslov 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (24.25 <= 1092.02)

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,y =	2730.8	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,y =	2730.8	kN

Uslov 6.17: VEd,y <= Vc,Rd,y (0.31 <= 2730.76)

10.1.3 Крајње вертикале спрега/ End verticals

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESEKA



Ax =	568.00	cm2
Ay =	360.00	cm2
Az =	208.00	cm2
Ix =	1357.3	cm4
Iy =	1.22e+6	cm4
Iz =	1.08e+5	cm4
Wy =	22148	cm3
Wz =	3602.3	cm3
Wy,pl =	24668	cm3
Wz,pl =	5400.0	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠĆENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

16. γ=0.20	17. γ=0.19	15. γ=0.16
14. γ=0.12	13. γ=0.11	12. γ=0.07

ŠTAP IZLOŽEN PRITISKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, kraj štapa)

Računska normalna sila	NEd =	-215.96	kN
Transverzalna sila u y pravcu	VEd,y =	-45.979	kN
Transverzalna sila u z pravcu	VEd,z =	81.781	kN
Momenat savijanja oko y ose	MEd,y =	-575.35	kNm
Momenat savijanja oko z ose	MEd,z =	150.54	kNm
Momenat torzije	Mt =	0.140	kNm
Sistemska dužina štapa	L =	1083.0	cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESEKA
Klasa preseka 3

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESEKA

6.2.4 Pritisak

Računska otpornost na pritisak	Nc,Rd =	20164	kN

Uslov 6.9: NEd <= Nc,Rd (215.96 <= 20164.00)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni otporni moment	Wy,eff =	18079	cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	6418.1	kNm

Uslov 6.12: MEd,y <= Mc,Rd,y (575.35 <= 6418.13)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni otporni moment	Wz,eff =	3254.5	cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	1155.3	kNm

Uslov 6.12: MEd,z <= Mc,Rd,z (150.54 <= 1155.35)

6.2.6 Smicanje

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,z =	4263.2	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,z =	4263.2	kN

Uslov 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (81.78 <= 4263.16)

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,y =	7123.7	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,y =	7123.7	kN

Uslov 6.17: VEd,y <= Vc,Rd,y (45.98 <= 7123.72)

6.2.10 Savijanje smicanje i aksijalna sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uslov: VEd,z <= 50%Vpl,Rd,z ; VEd,y <= 50%Vpl,Rd,y

6.2.9 Savijanje i aksijalna sila
Uslov 6.42: (0.20 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	1083.0	cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.306	
Kriva izvijanja za osu y-y: B	α =	0.340	
Elastična kritična sila	Ncr,y =	2.15e+5	kN
Redukcioni koeficijent	χ,y =	0.962	
Računska otpornost na izvijanje	Nb,Rd,y =	17632	kN

Uslov 6.46: NEd <= Nb,Rd,y (215.96 <= 17632.13)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	1083.0	cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	1.028	
Kriva izvijanja za osu z-z: C	α =	0.490	
Redukcioni koeficijent	χ,z =	0.524	
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd,z =	9607.5	kN

Uslov 6.46: NEd <= Nb,Rd,z (215.96 <= 9607.51)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.647	
Koeficijent	C2 =	0.000	
Koeficijent	C3 =	0.967	
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000	
Koef.efekt.dužine torzionog uvrtanja	kw =	1.000	
Koordinata	zg =	0.000	cm
Koordinata	zj =	0.000	cm
Razmak bočno pridržanih tačaka	L =	1083.0	cm
Sektorski momenat inercije	Iw =	3.09e+8	cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	18428	kNm
Odgovarajući otporni momenat	Wy =	22148	cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.490	
Bezdimenziona vitkost	λLT_ =	0.653	

Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.753	
Računska otpornost na izvijanje	Mb,Rd =	5385.4	kNm
Uslov 6.54: MEd,y <= Mb,Rd (575.35 <= 5385.41)			

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog preseka opterećeni savijanjem i aksijalnim pritiskom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br.2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	Cmy =	0.674	
Koeficijent uniformnog momenta	Cmz =	0.528	
Koeficijent uniformnog momenta	CmLT =	0.674	
Koeficijent interakcije	kyy =	0.675	
Koeficijent interakcije	kyz =	0.535	
Koeficijent interakcije	kzy =	0.997	
Koeficijent interakcije	kzz =	0.535	
Redukcioni koeficijent	χy =	0.962	
NEd / (χy NRk / γM1)		0.012	
kyy * (MyEd + ΔMyEd) / ...		0.072	
kyz * (MzEd + ΔMzEd) / ...		0.069	
Uslov 6.61: (0.15 <= 1)			
Redukcioni koeficijent	χz =	0.524	
NEd / (χz NRk / γM1)		0.022	
kzy * (MyEd + ΔMyEd) / ...		0.107	
kzz * (MzEd + ΔMzEd) / ...		0.069	
Uslov 6.62: (0.20 <= 1)			

PROVERA OTPORNOSTI NA SMICANJE
(slučaj opterećenja 17, kraj štapa)

Računska normalna sila	NEd =	-188.56	kN
Transverzalna sila u y pravcu	VEd,y =	-34.413	kN
Transverzalna sila u z pravcu	VEd,z =	96.903	kN
Momenat savijanja oko y ose	MEd,y =	-578.58	kNm
Momenat savijanja oko z ose	MEd,z =	114.51	kNm
Momenat torzije	Mt =	0.104	kNm
Sistemska dužina štapa	L =	1083.0	cm

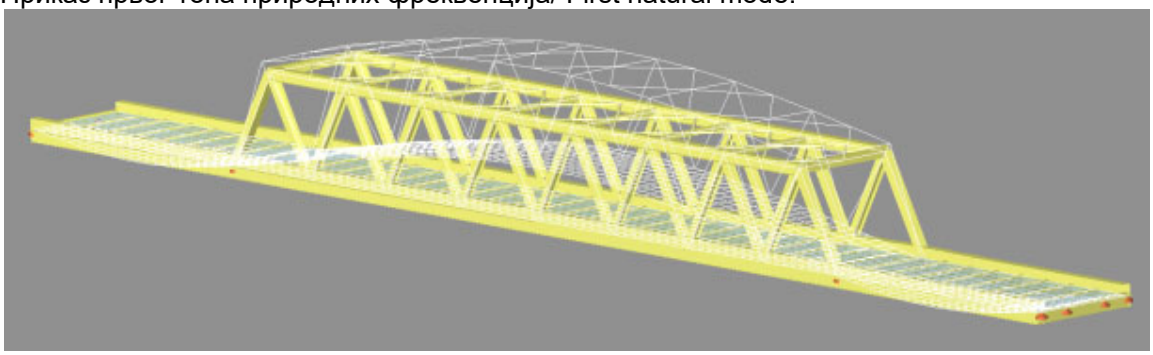
6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESEKA
6.2.6 Smicanje

Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,z =	4263.2	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,z =	4263.2	kN
Uslov 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (96.90 <= 4263.16)			
Proračunska nosivost na smicanje	Vpl,Rd,y =	7123.7	kN
Proračunska nosivost na smicanje	Vc,Rd,y =	7123.7	kN
Uslov 6.17: VEd,y <= Vc,Rd,y (34.41 <= 7123.72)			

11. ГРАНИЧНА СТАЊА УПОТРЕБЉИВОСТИ (SLS)

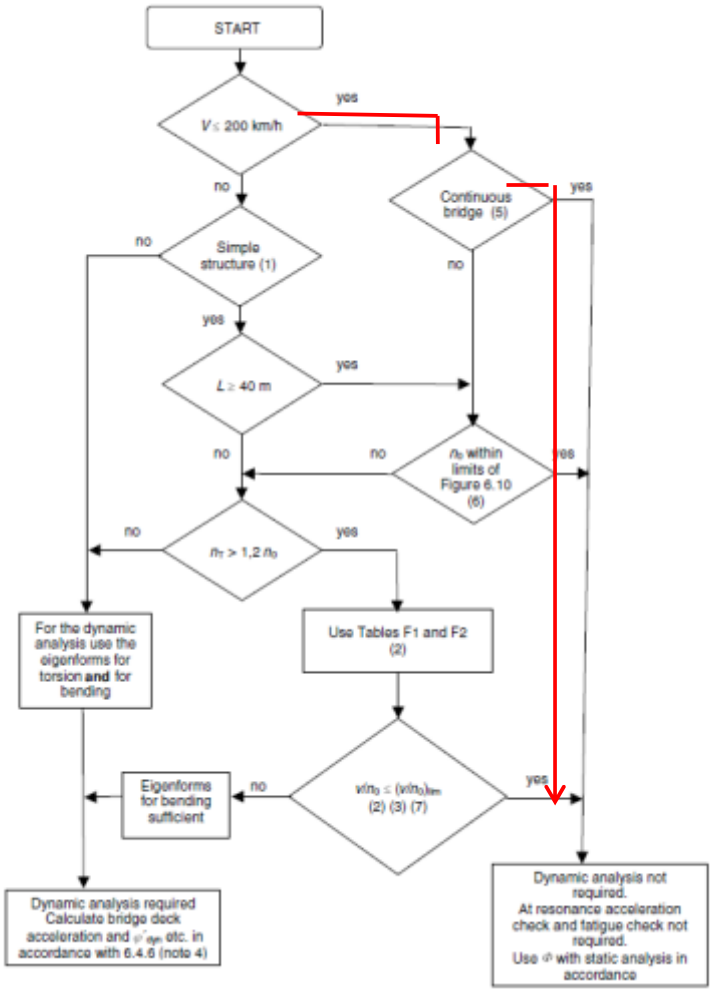
11.1 Вертикална убрзања плоче/ Vertical acceleration of deck

Приказ првог тона природних фреквенција/ First natural mode:



№	T [s]	f [Hz]
1	0.497707	2.009212
2	0.295161	3.387981
3	0.286745	3.487422

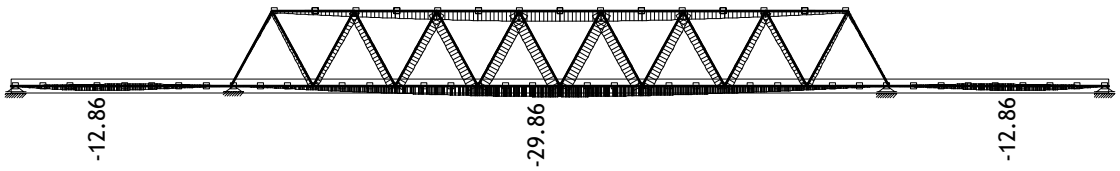
Опредељење између статичке и динамичке анализе/
Determining whether a dynamic analysis is required



- Меродавна је статичка анализа/ Dynamic analysis is not required

Карактеристичне вредности вертикалног угиба δ за LM71 на једном колосеку/
Characteric values of vertical deflection δ for LM71 on one truck

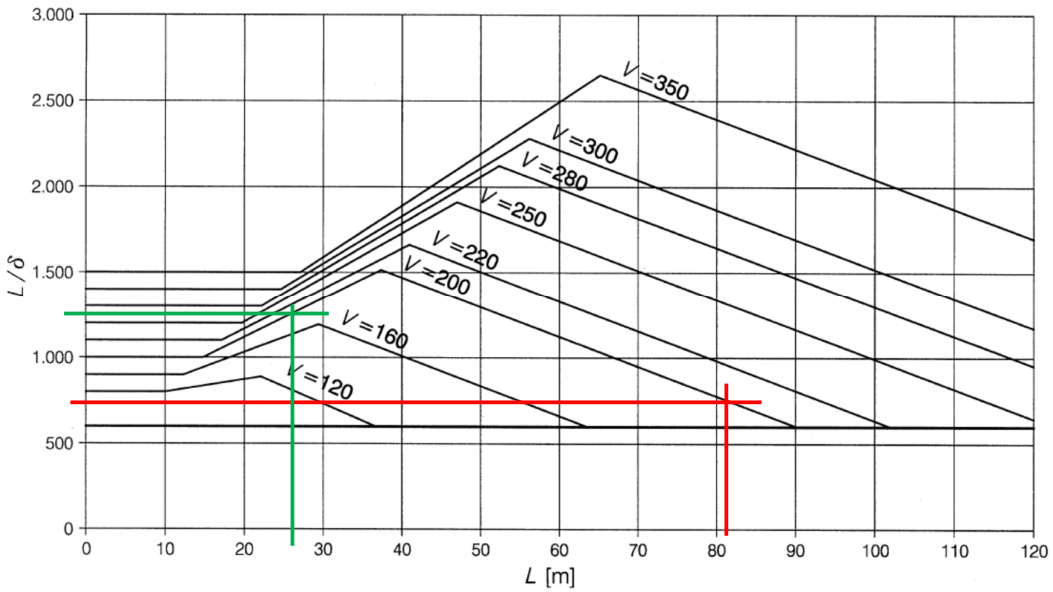
Opt. 6: Pokretno LM71 na 1 koloseku



Ram: H_1
Uticaji u gredi: max Zp= 5.69 / min Zp= -29.87 m / 1000

Максимална вредност угиба δ за веома добар ниво конфора (bv<1.0m/s^2):
Maximum permissible vertical deflection δ for very good passenger comfort:

δ - угиб у средини распона за шему оптерећења LM71xΦ, са једним оптерећеним колосеком/
δ - span middle deflection due to LM71xΦ, with one track loaded/



Вредности дате на дијаграму, односе се на мостове са три и више простих греда. За континуалне носаче са три и више распона вредност је потребно помножити са 0.9

Распони 1 и 3: $L_{1i3} / \delta_{\max,1i3} = 0.9 \cdot 1500 = 1350 \Rightarrow \delta_{\max,1i3} = 27600 / 1350 = 20.4mm$;
$\Phi_3 \cdot \delta_{calc,1i3} = 1.016 \cdot 13 = 13.2 < \delta_{\max,1i3} \Rightarrow OK$

Распон 2: $L_2 / \delta_{\max,2} = 0.9 \cdot 700 = 630 \Rightarrow \delta_{\max,2} = 82800 / 630 = 131mm$
$\Phi_3 \cdot \delta_{calc,2} = 1.016 \cdot 30 = 30.5 < \delta_{\max,2} \Rightarrow OK$

- Остварен веома добар ниво конфора путника bv<1.0m/s^2./ Very good passenger comfort is achieved bv<1.0m/s^2
- Нема опасности од нестабилности застора/ No risk of ballast instability.

11.2 Сопствене хоризонталне фреквенције

Према члану A2.4.4.2.4 стандарда СРПС ЕН 1990, први тон сопствене фреквенције бочних осцилација не треба да буде мањи од f_{b0}. Тачком 2.2.33 - A2.4.4.2.4(3) Националног анкеса SRPS EN1990/NA минимална сопствена фреквенција првог тона осциловања износи f_{b0}=1.2Hz. /

Acc to A2.4.4.2.4 of SRPS EN 1990, first natural mode frequency of lateral vibration should not be les than f_{b0}. In chapter 2.2.33 - A2.4.4.2.4(3) of National annex SRPS EN1990/NA min first natural mode frequency of lateral vibration is f_{b0}=1.2Hz.

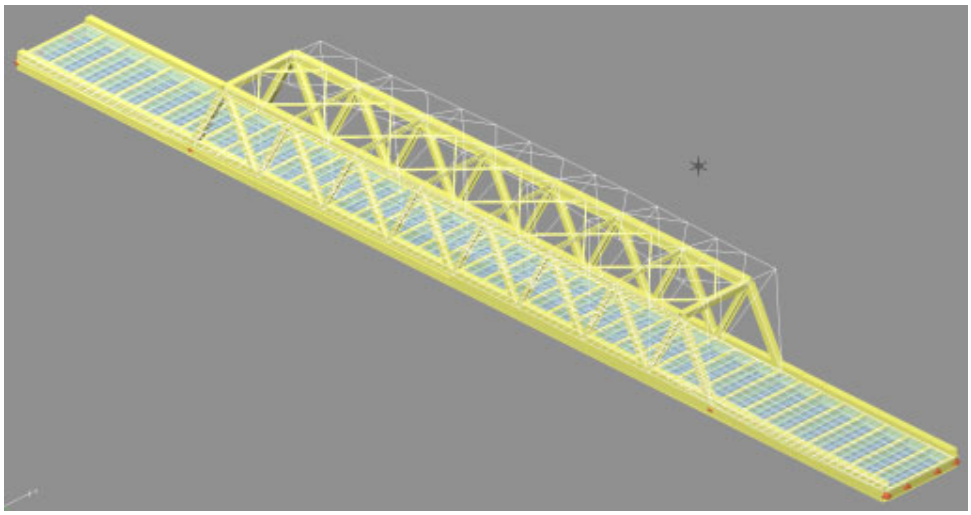
Напредне опције сеизмичког прорачуна:
Спречено осциловање у X правцу
Спречено осциловање у Z правцу

Фактори оптерећења за прорачун маса

Но	Назив	Коефицијент	
1	Gк1 сопствена тежина	1.00	
2	Gк2 стални терет	1.00	

Периоди осциловања конструкције

№	T [s]	f [Hz]
1	0.321331	3.112059
2	0.227306	4.399352
3	0.168975	5.918050



3.11Hz > 1.2Hz → услов граничне фреквенције испуњен/ condition is fullfiled

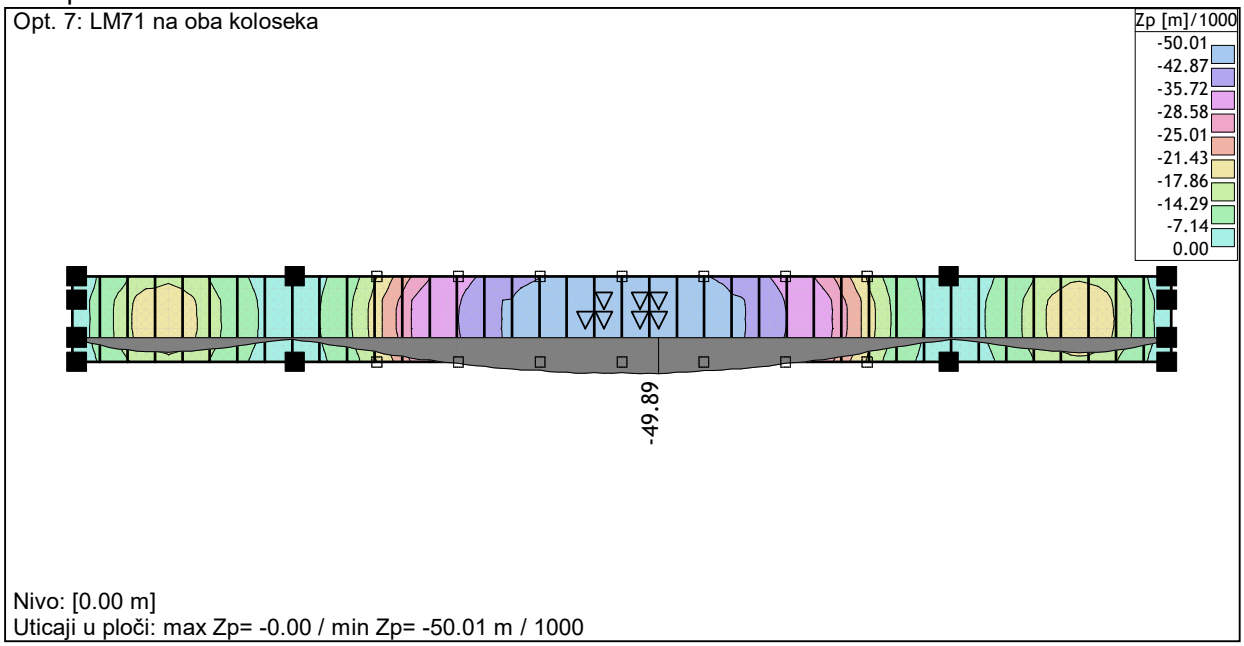
11.3 Вертикалне деформације плоче

Услов/ Condition $\delta_{max} = L/600$: SRPS EN1990:2002

δ_{max} - класификована карактеристична вредност вертикалног угиба услед саобраћајних оптерећења/ classified characteristic value of vertical deflection due to traffic loads

$\delta_{max} = 63000/600 = 105mm$

Оптерећење: LM71 на оба колосека/ Load LM71 on both tracks



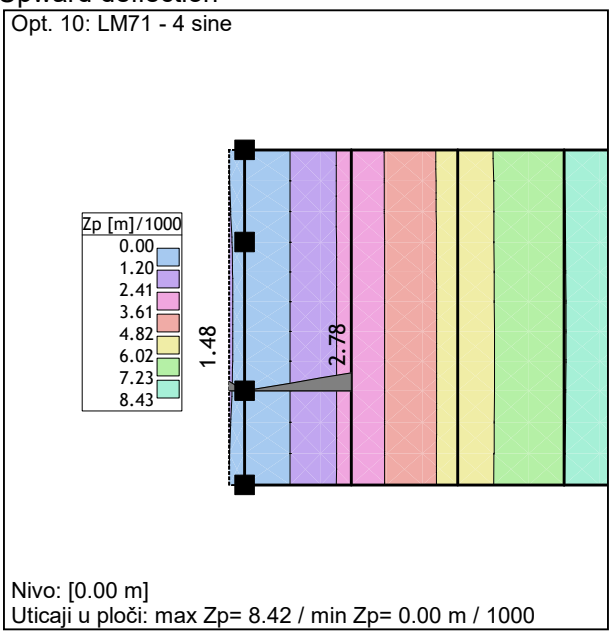
Распони/ Spans 1 ,3: $\alpha \cdot \delta_{LM\,71,1i3} = 1.21 \cdot 20.2 = 24.44mm < \delta_{max} = 27600/600 = 46mm \Rightarrow OK$;

Распон/ Span 2: $\alpha \cdot \delta_{LM\,71,2} = 1.21 \cdot 50 = 60.5mm < \delta_{max} = 82800/600 = 138mm \Rightarrow OK$

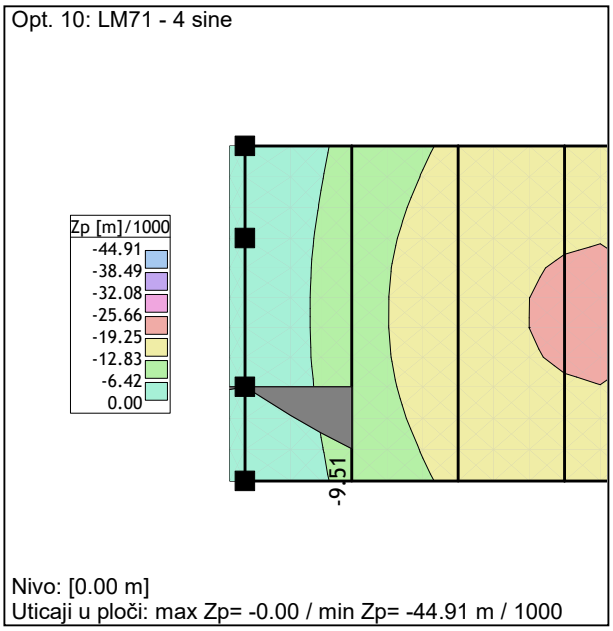
11.4 Угиб на крају плоче

Услов према/ Condition acc to SRPS EN 1991-2 т.6.5.4.5.2:
Вертикално померање краја плоче/ Vertical deflection of deck end:
$\delta_{v,\max} = 2mm$ за брзине $V \le 200km/h$

Померање на горе/
Upward deflection



Померање на доле/
Downward deflection



$\Phi \cdot \alpha \cdot \delta = 1.011 \cdot 1.21 \cdot 1.48 = 1.81mm < \delta_{v,\max} = 2mm \Rightarrow OK$

Коришћен је коефицијент Φ_3 за главни носач јер је порекло померања из ротације ослоначког пресека главног носача./ Factor Φ_3 for main girder is used due to fact that deflection is a result of main girder end rotation.

11.5 Увртање плоче

Услов $t_2 = 3mm$: EH1990:2002

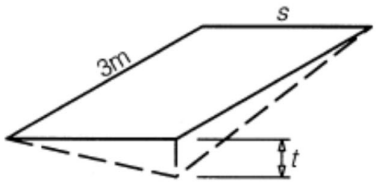
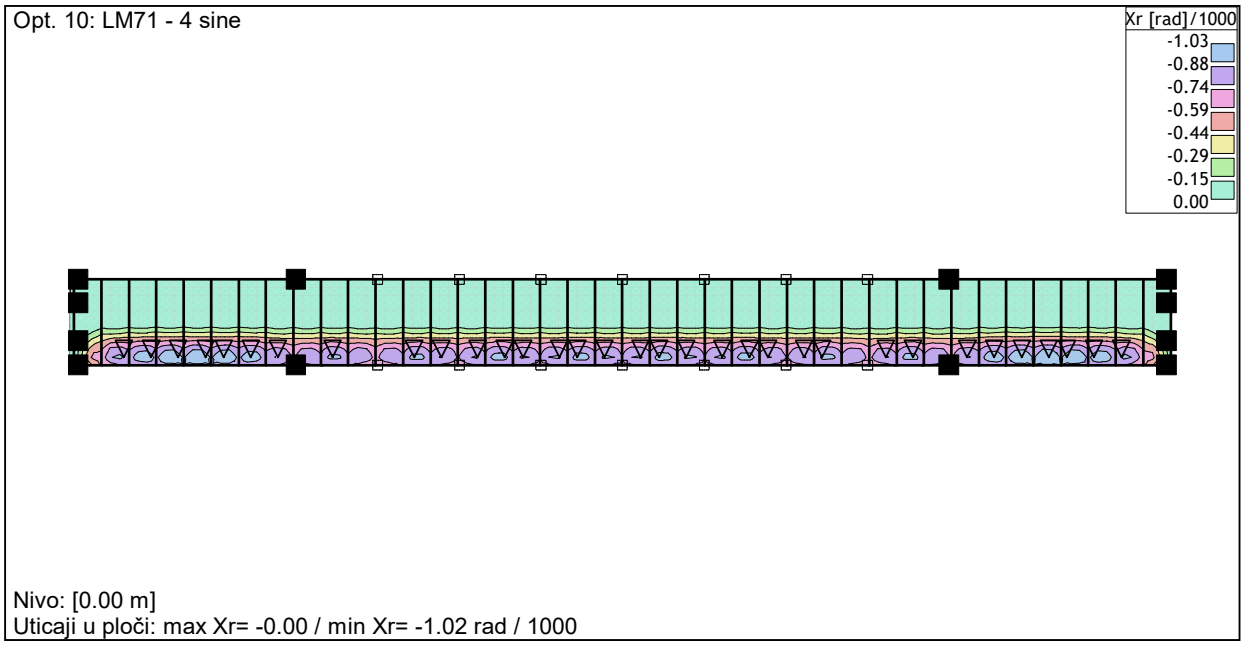


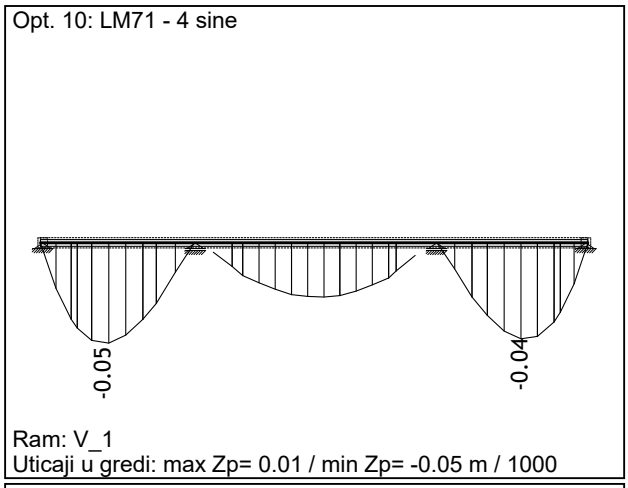
Figure A2.1 - Definition of deck twist

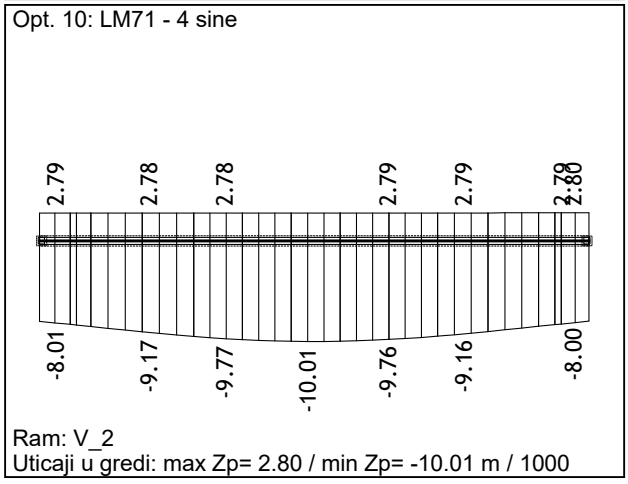
Table A2.7 – Limiting values of deck twist

Speed range V (km/h)	Maximum twist t (mm/3m)
$V \le 120$	$t \le t_1$
$120 < V \le 200$	$t \le t_2$
$V > 200$	$t \le t_3$

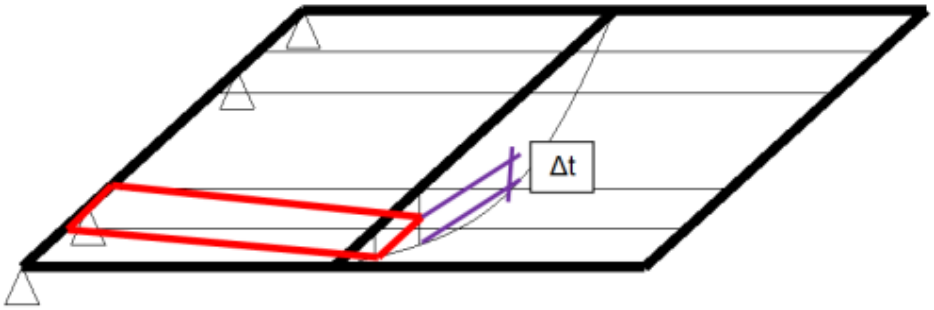


Карактеристичне вредности вертикалног угиба попречних носача од променљивог оптерећења/
Characteristic values of vertical deflection of cross beams due to traffic loads:





Ослоначки попречни носач Попречни носач уз ослоначки

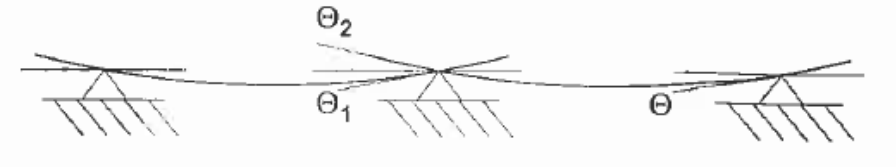


$$\Delta t_{maz} = 1.21 \cdot (9.77 - 9.17) = 0.73 < t_2$$

Разлике у вертикалним угибима шине су испод 1мм. Нема опасности од недозвољеног уврtања плоче. ./ Differences in vertical deflections are less than 1mm. There is to risk for deck twist beyond required limits.

11.6 Ротације крајева плоче/ End rotations

Услов према СРПС ЕН 1990 НА: Максималан угао ротације коловозне конструкције, мерен у оси колосека, од деловања карактеристичних вредности LM71 (помноженог са Φ и α) или деловања разлике температуре ΔTM, не сме да прекорачи следеће граничне вредности (видети слику А2.2 у СРПС ЕН 1990:2012):
Acc to SRPS EN 1990/NA: Max rotation f deck plate measured in track axis, due to LM71 characteristic values (militplied with Φ and α) or temperature difference actions ΔTM, should not exceed values bellow:



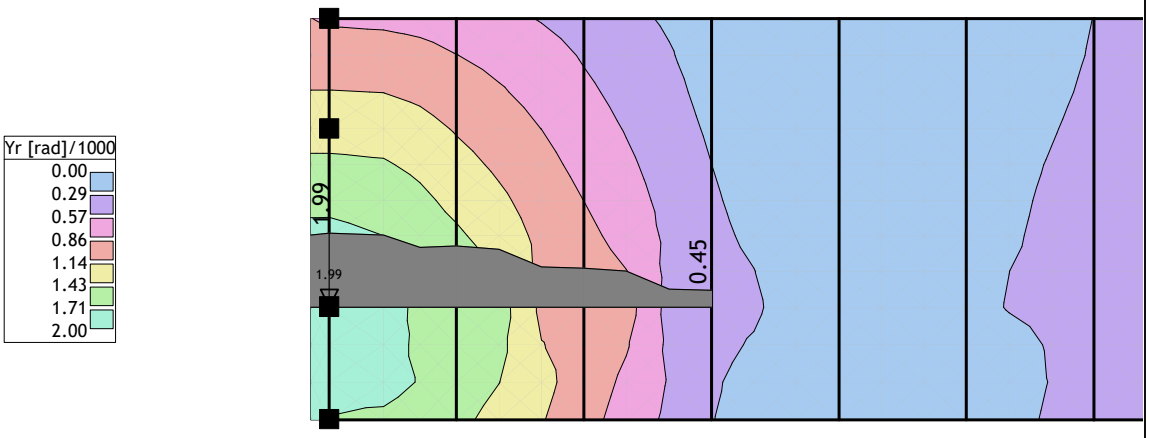
а) за једноколосечне мостове/ for one track bridges:
6,5 × 10–3 на прелазу са моста на насип (θ1, θ3)/between bridge and abutment ,
10 × 10–3 између две суседне мостовске конструкције (θ1, θ2) between two adjacent structures;

б) за вишеколосечне мостове/ for bridges with more than one track:
3,5 × 10–3 на прелазу са моста на насип (θ1, θ3)/ between bridge and abutment ,
5 × 10–3 између две суседне мостовске конструкције(θ1, θ2)/ between two adjacent structures;

НАПОМЕНА: Код вишеколосечних мостова ротација се рачуна са саобраћајним оптерећењем на једном колосеку.
NOTE: For bridges with more than one truck, only one track should be loaded

Ротације крајева коловозне плоче услед оптерећења на једном колоseку ($rad \cdot 10^{-3}$)

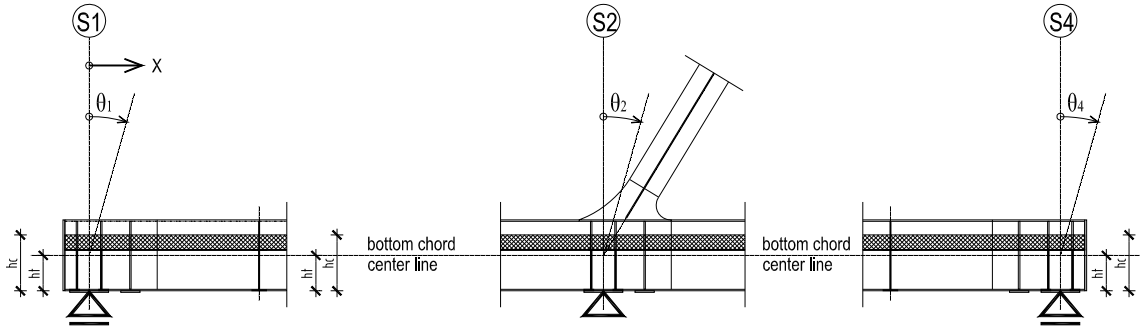
Opt. 6: Pokretno LM71 na 1 koloseku



Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Yr= 1.99 / min Yr= 0.00 rad / 1000

$$\Phi_3 \cdot \alpha \cdot \theta_{LM\,71} = 1.016 \cdot 1.21 \cdot 1.99 = 2.45 \cdot 10^{-3} rad < 3.5 rad$$

11.7 Хоризонтална померања крајева плоче



$$\theta_{2,\max,LM\,71} = 1.27 \cdot 10^{-3}\, rad\ ,$$

$$\theta_{2,\min,LM\,71} = -0.86 \cdot 10^{-3}\, rad$$

Стуб С1

Оптерећење	$\theta_1\,(rad \cdot 10^{-3})$	X	Xuk
Саобраћајно оптерећење – вертикално (max)	2.82	/	$1.27 \cdot 10^{-3} \cdot 1250 = 1.6mm$
Саобраћајно оптерећење – вертикално (min)	-0.98	/	$-0.86 \cdot 10^{-3} \cdot 1250 = -1.1mm$
$\Delta T_{H,con}$ = 54˚C	/	+17.9	+17.9
$\Delta T_{H,exp}$ = 59˚C	/	-19.5	-19.5
Кочење, покретање			±3.2

$$\delta_{h,\max 1} = +22.7mm$$

$$\delta_{h,\min 1} = -23.8mm$$

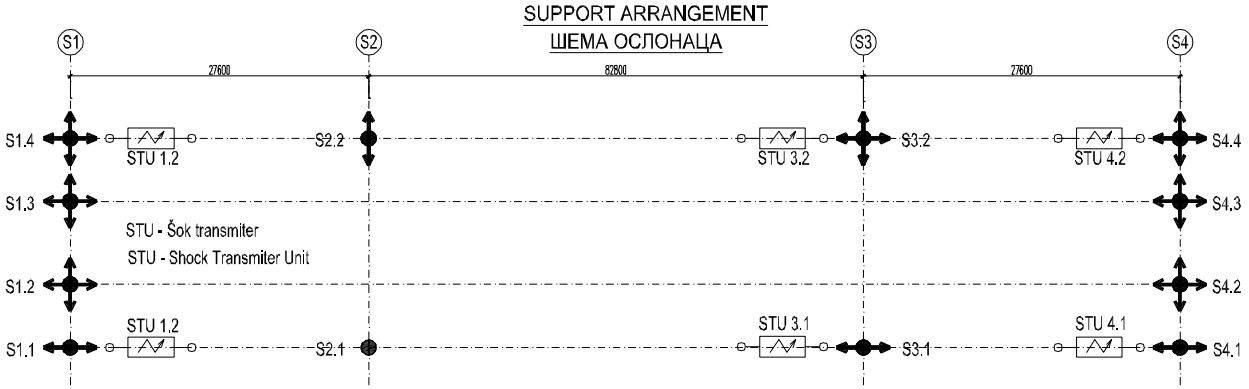
Стуб С4

Оптерећење	$\theta_4(rad \cdot 10^{-3})$	x	Xuк
Саобраћајно оптерећење – вертикално (max)	-0.98	12	$1.27 \cdot 10^{-3} \cdot 1250 + 12 = 13.6mm$
Саобраћајно оптерећење – вертикално (min)	2.82	-0.8	$-0.86 \cdot 10^{-3} \cdot 1250 - 0.8 = -1.9mm$
$\Delta T_{H,con}$ = 54˚C	/	-65.4	-65.4
$\Delta T_{H,exp}$ = 59˚C	/	+71.5	+71.5
Кочење, покретање			±3.3

$$\delta_{h,\max 4} = 88.4mm$$

$$\delta_{h,\min 4} = -70.6mm$$

12. РЕАКЦИЈЕ ОСЛОНАЦА



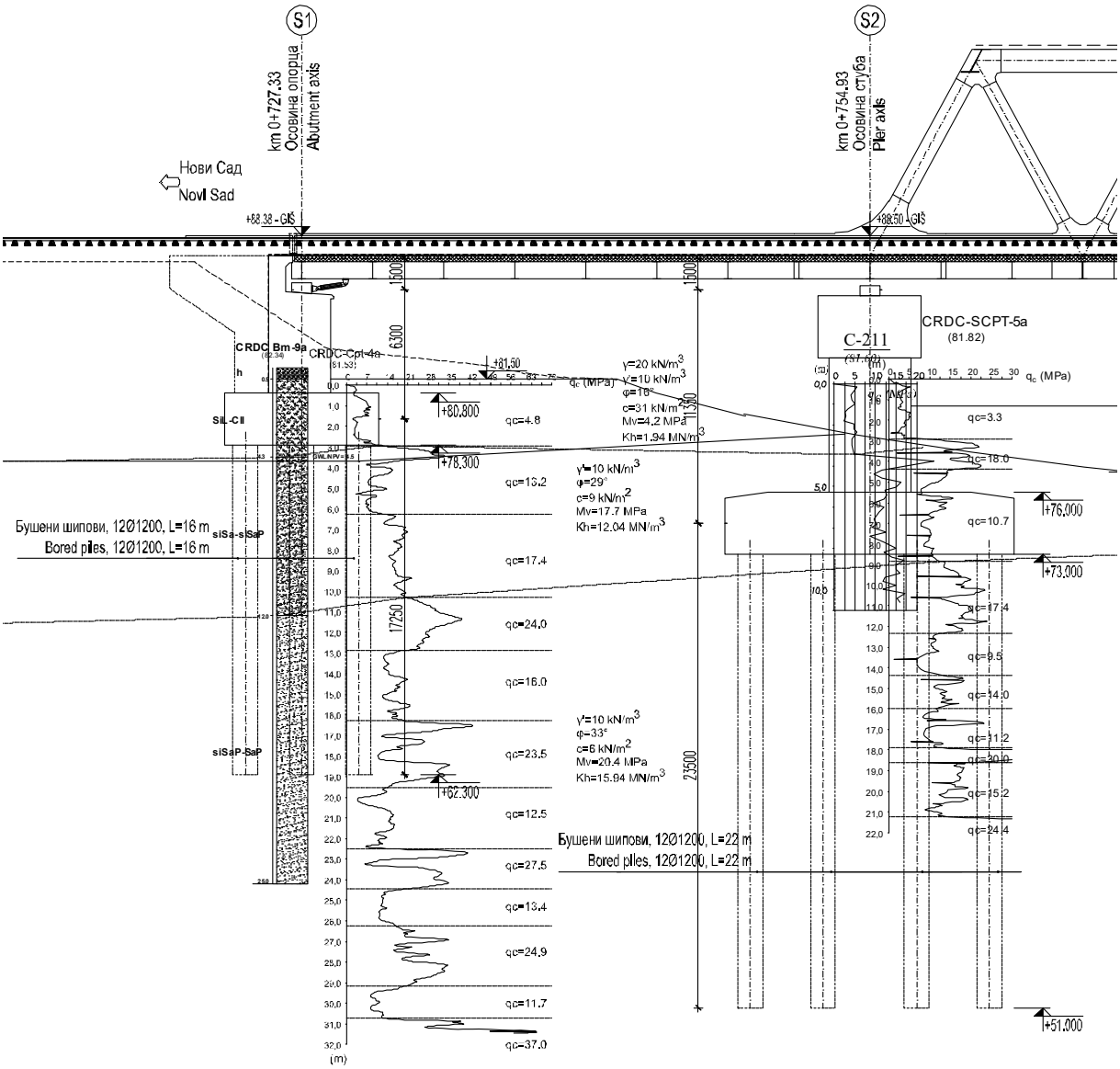
Лежишта / Bearings / Дампер /	G_{k1}			G_{k2}			Q_{v1}			$\pm Q_{sk}$			$\pm Q_{lak}$		
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
S1.1	\	\	426	\	\	479	\	\	863(-182)	\	242	\	\	22	15
S1.2	\	\	131	\	\	253	\	\	613	\	\	\	\	\	\
S1.3	\	\	131	\	\	253	\	\	613	\	\	\	\	\	\
S1.4	\	\	426	\	\	470	\	\	863(-182)	\	\	\	\	\	15
STU 1.1	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	±386	\	\
STU 1.2	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	±386	\	\
S2.1	\		4635	\	\	3834	\	\	5340(-90)	\	242	\	±392	22	41
S2.2	\	\	4635	\	\	3834	\	\	5340(-90)	\	\	\	±392	\	41
S3.1	\		4635	\	\	3834	\	\	5340(-90)	\	242	\	\	10	41
S3.2	\	\	4635	\	\	3834	\	\	5340(-90)	\	\	\	\		41
STU 3.1	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	±442	\	\
STU 3.2	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	±442	\	\
S4.1	\		426	\		479	\	\	863(-182)	\	242	\	\	37	15
S4.2	\	\	131	\	\	253	\	\	613	\	\	\	\	\	\
S4.3	\	\	131	\	\	253	\	\	613	\	\	\	\	\	\
S1.4	\	\	426	\	\	470	\	\	863(-182)	\	\	\	\	\	15
STU 4.1	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	±432	\	\
STU 4.2	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	±432	\	\

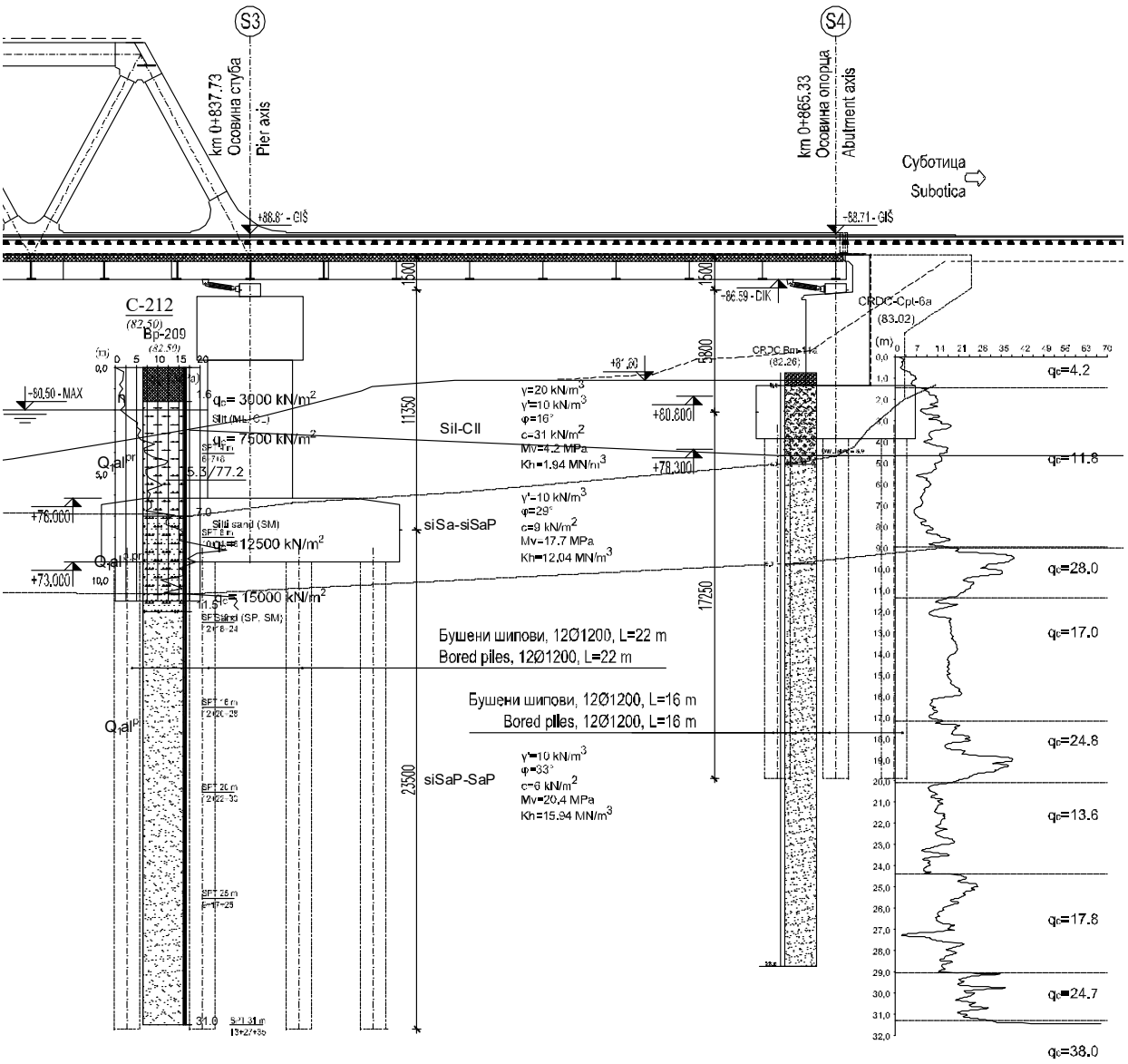
Лежишта / Bearings / Дампер /	$\pm A_{Ed,x}$			$\pm T$			$\pm A_{Ed,y}$			$\pm A_{Ed,z}$			$\pm Fw$		
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
S1.1	\	105	\	\	\	\	\	1630	91	\	29	255	\	66	\
S1.2	\	\	\	\	\	\	\	\	81	\	\	121	\	\	\
S1.3	\	\	\	\	\	\	\	\	81	\	\	122	\	\	\
S1.4	\	\	\	\	\	\	\	\	91	\	\	254	\	\	\
STU 1.1	2200	\	\	\	\	\	1063	\	\	187	\	\	1067	985	172
STU 1.2	2909	\	\	\	\	\	1605	\	\	62	\	\	1067	\	172
S2.1	814	82	\	±1179	\	\	649	2727	53	78	21	2431	\	1096	162
S2.2	808	\	\	±1179	\	\	406	\	51	65	\	2422	\	\	162
S3.1	\	78	\	\	\	\	\	2682	62	\	17	2423	\	\	\
S3.2	\	\	\	\	\	\	\	\	63	\	\	2430	\	\	\
STU 3.1	880	\	\	\	\	\	401	\	\	76	\	\	\	\	\
STU 3.2	863	\	\	\	\	\	584	\	\	70	\	\	\	\	\
S4.1	\	99	\	\	\	\	\	1581	80	\	9	254	\	66	\
S4.2	\	\	\	\	\	\	\	\	65	\	\	123	\	\	\
S4.3	\	\	\	\	\	\	\	\	78	\	\	120	\	\	\
S1.4	\	\	\	\	\	\	\	\	94	\	\	255	\	\	\
STU 4.1	3135	\	\	\	\	\	1492	\	\	81	\	\	\	\	\
STU 4.2	2542	\	\	\	\	\	1114	\	\	164	\	\	\	\	\

13. ДОЊИ СТРОЈ МОСТА / SUBSTRUCTURE

Прорачун статичких утицаја у елементима доњег строја спроведени су у просторним прорачунским моделима. За анализу утицаја услед сила кочења односно покретања воза као и сеизмичких утицаја коришћен је прорачунски модел са шок трансмитерима, узимајући у обзир и реактивни отпор шљунчаног клина који је формиран иза опорача. Реактивни отпор тла моделиран је према подацима о параметрима тла из Геотехничког елабората.

The structural analysis of a substructure was carried out in the FE models. For the analysis of actions due to trakcion and braking forces and seismic actions, a model with Shock Transmiter Units was used, taking into account the reactive resistance of the gravel wedge formed behind the abutments. Reactive soil resistance was modeled according to the data on soil parameters from the Geotechnical Study.





Коефицијенти хоризонталне реакције тла дуж шипова, као и коефицијенти вертикалне реакције одређени су према подацима из Геотехничког елабората, Прилог 1. За статичка и динамичка оптерећења усвојене су бочне крутости тла према методи Mayerhof&Baike. Бочне крутости тла на шиповима имају мали утицај на понашање конструкције у целини имајући у виду да се доминантни хоризонтални утицаји од кочења и сеизмике преко шок трансмитера преносе на обалне стубове и даље у добро набијени шљунчани клин. Оваквим моделирањем нису умањене сеизмичке силе, обзиром на то да је одговор конструкције и са статичким бочним крутостима на максималном делу спектралне криве.

The coefficients of the horizontal stiffness of the soil along the piles, as well as the coefficients of the vertical reaction were determined according to the data from the Geotechnical Study, Annex 1. Lateral stiffness of soil acc to Mayerhof&Baike method was used for static and dynamic loads. Lateral stiffness of soil in contact with piles have a small influence on structure behavior given the fact that main horizontal forces are transferred to the abutments and backfill soil by Shock Transmitter Units. With such modeling seismic forces are not reduced given the fact that structure response, even with static lateral stiffness, is still on maximum value of spectral curve.

Коефицијенти хоризонталне реакције шљунчаног клина

The modulus of subsoil reaction for gravel wedge

За збијена песковита тла усвојене су следеће вредност модула еластичности и поасоновог коефицијента:

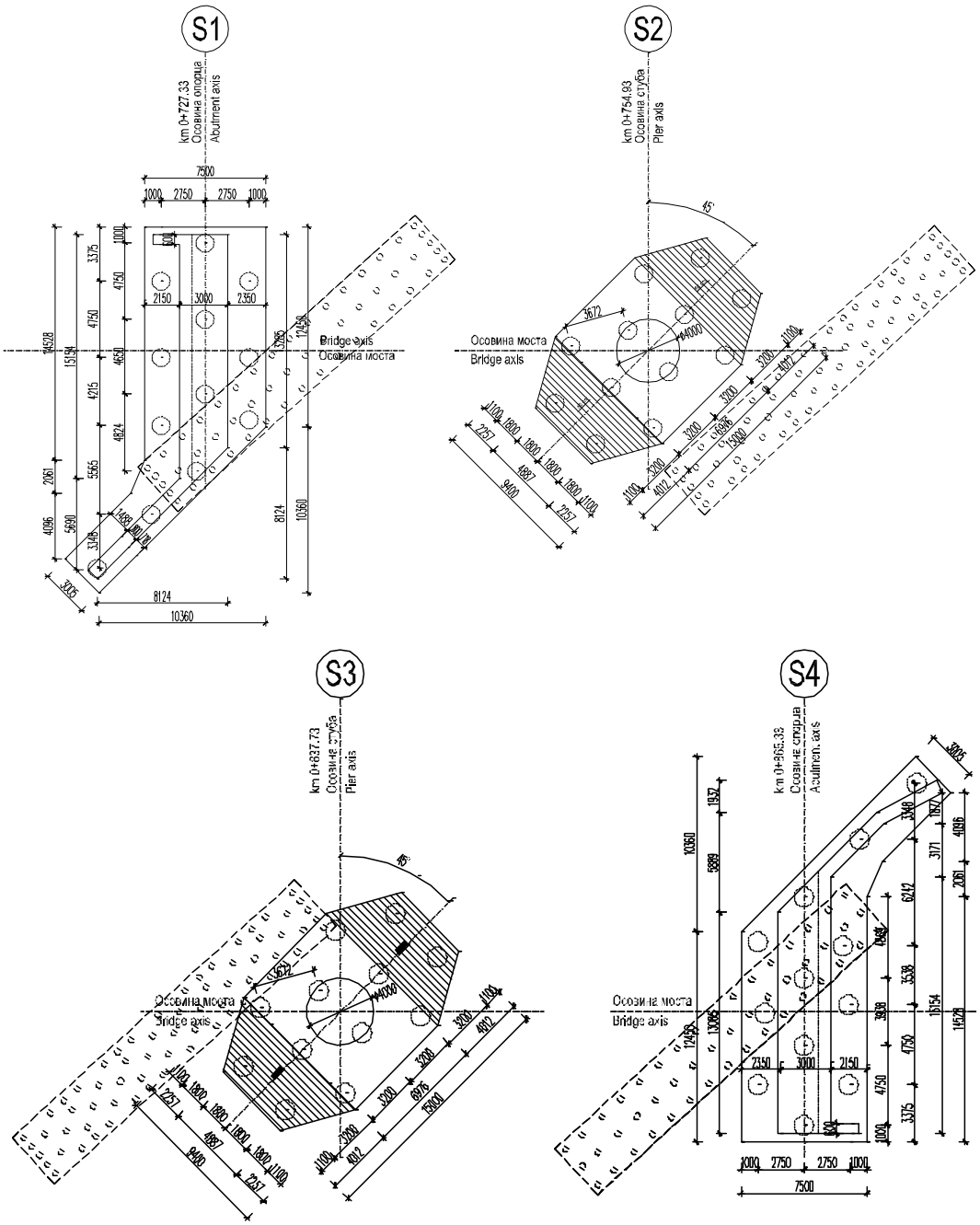
For dense sand, gravel adopted:

Es=35MN/m^2 v=0.25

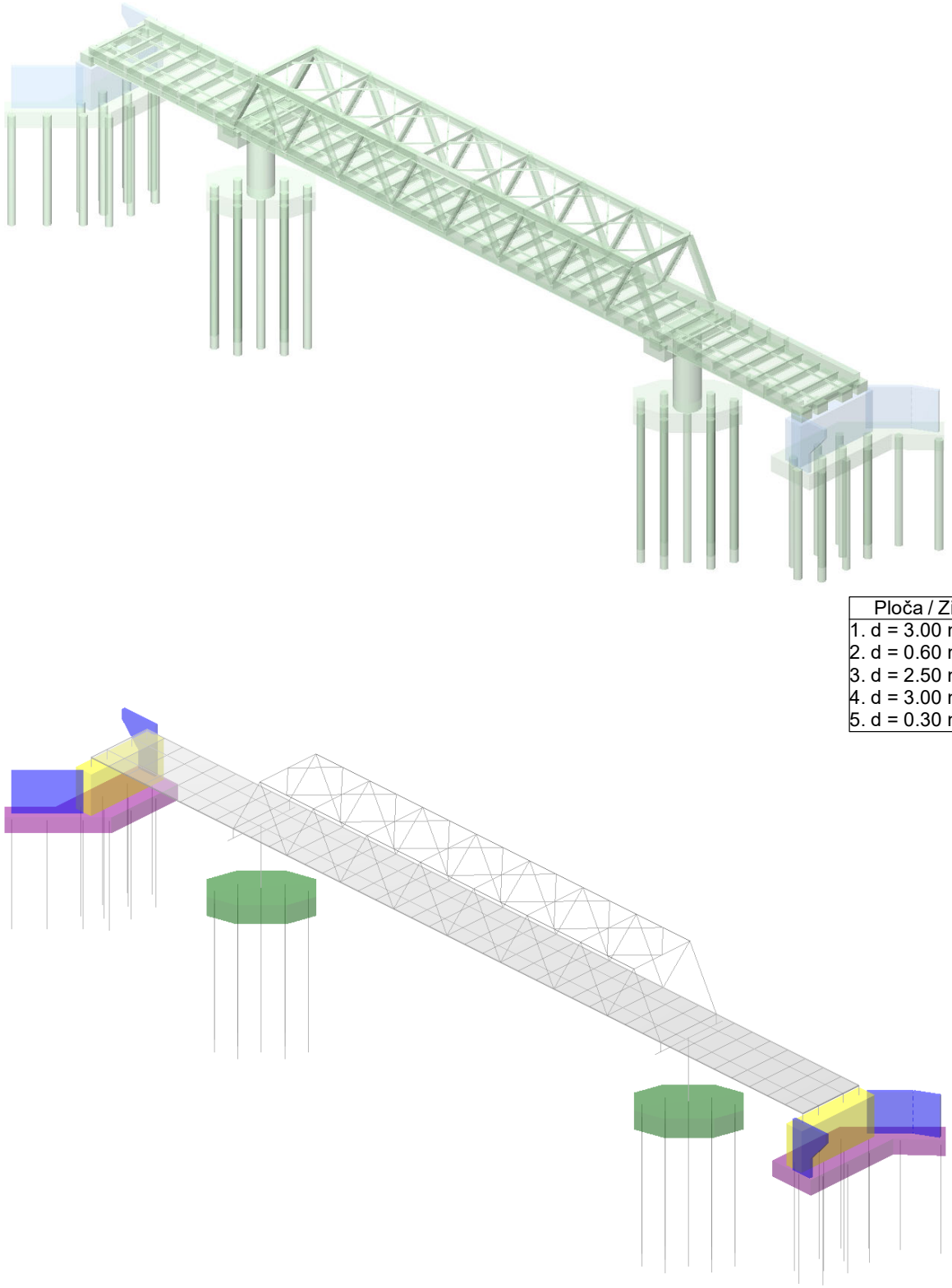
За плочасте елементе / For plate elements $k_h = \frac{E_s}{B \cdot (1-\nu^2)} = \frac{35}{1 \cdot (1-0.25^2)} = 7.5 MN/m^3$

Вертикалне крутости ослонаца у нивоу базе шипа одређене су на основу граничне носивости шипа и рачунских вредности слегања.

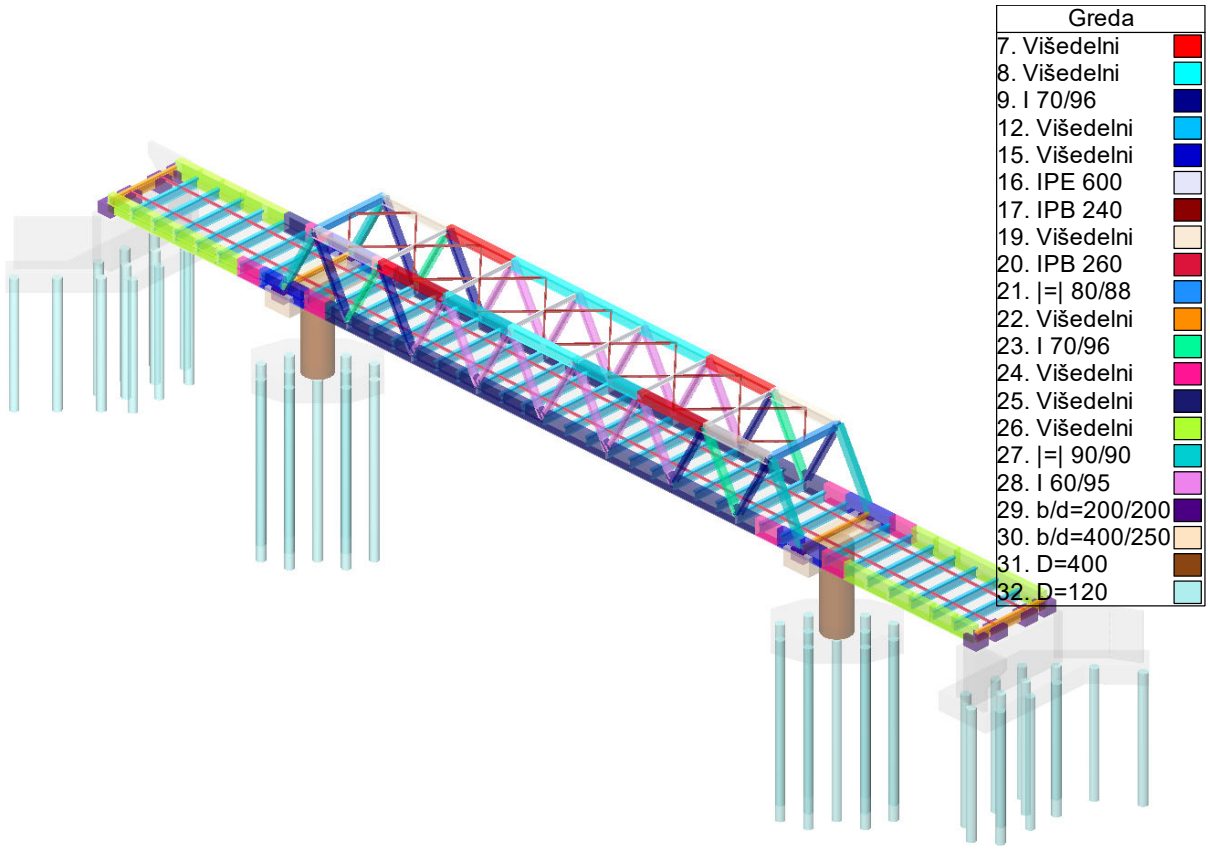
Основа стубова, шипова и постојећих шипова ø400 / Layout of piers, piles and existing piles



Прорачунски модели / Structural models



Setovi numeričkih podataka
Ploča / Zid (1-5)



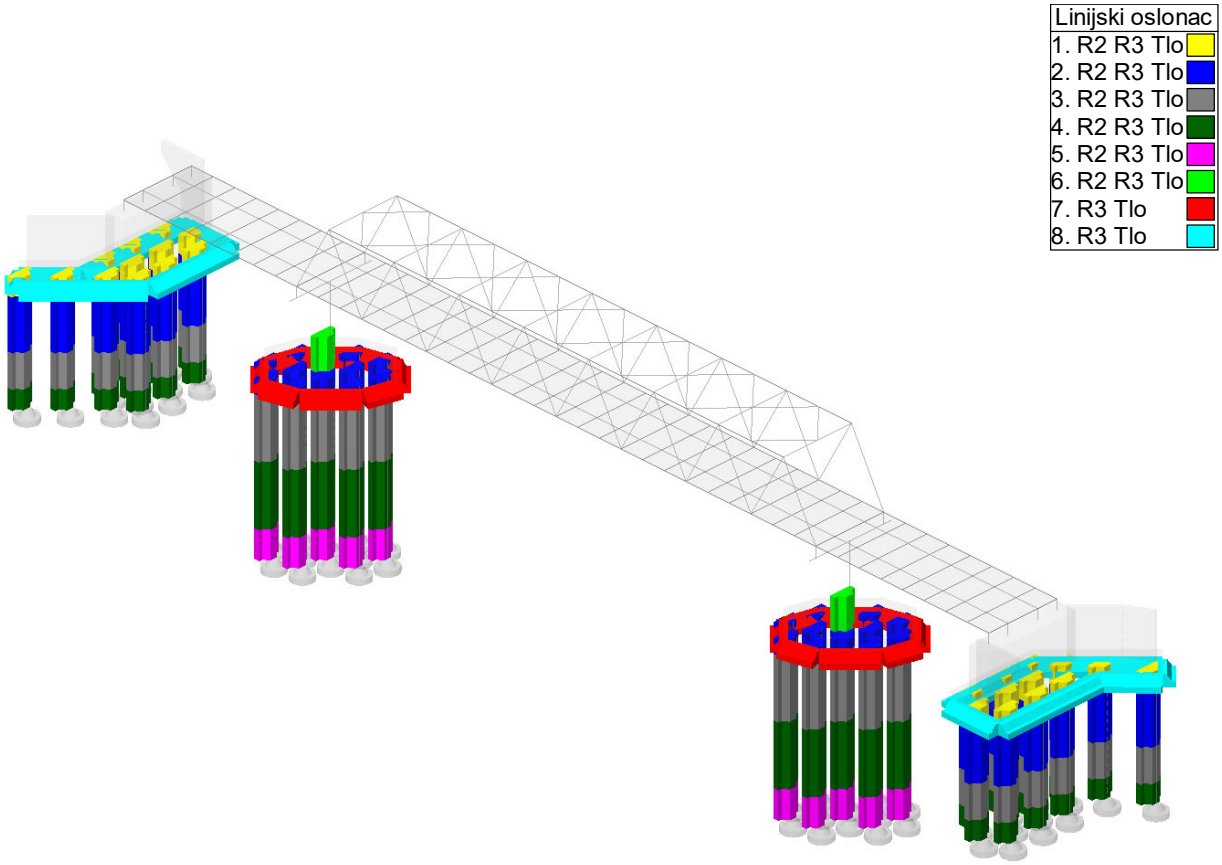
Setovi numeričkih podataka
Greda (7-9,12,15-17,19-32)

Tabela materijala

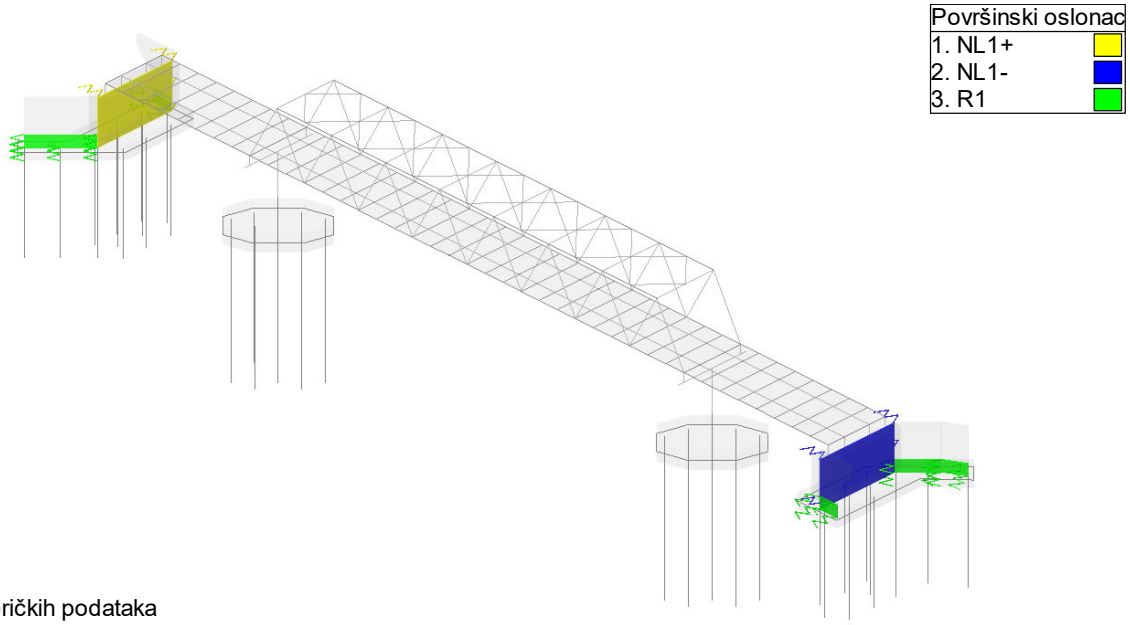
No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Beton MB 35	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20
2	Beton MB 30	3.150e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20
3	Beton MB 30	3.150e+7	0.20	15.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20
4	Beton MB 45	3.500e+7	0.20	0.00	1.000e-5	3.500e+7	0.20
5	Celik 8.8	2.100e+8	0.30	88.00	1.000e-5	2.100e+8	0.30
6	Celik 0kg/m3	2.100e+8	0.30	0.00	1.000e-5	2.100e+8	0.30
7	Beton MB 40	3.400e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.400e+7	0.20
8	Beton MB 30	3.150e+7	0.20	0.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	3.000	1.500	1	Debela ploča	Izotropna			
<2>	0.600	0.300	1	Tanka ploča	Izotropna			
<3>	2.500	1.250	2	Debela ploča	Izotropna			
<4>	3.000	1.500	3	Debela ploča	Izotropna			
<5>	0.300	0.150	4	Tanka ploča	Izotropna			



Setovi numeričkih podataka
Linijski oslonac (1-8)



Setovi numeričkih podataka
Površinski oslonac (1-3)

Setovi linijskih oslonaca

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1		1.940e+3	1.940e+3		1.200
2		1.204e+4	1.204e+4		1.200
3		1.992e+4	1.992e+4		1.200
4		1.594e+4	1.594e+4		1.200
5		2.086e+4	2.086e+4		1.200
6		1.850e+3	1.850e+3		4.000
7			1.320e+4		3.000
8			1.850e+3		2.500

Setovi površinskih oslonaca

Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	[+] 7.500e+3		
2	[-] 7.500e+3		
3	1.850e+3		

Setovi tačkastih oslonaca

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1			4.400e+5			

Lista slučajeva opterećenja – proračunski model sa STU

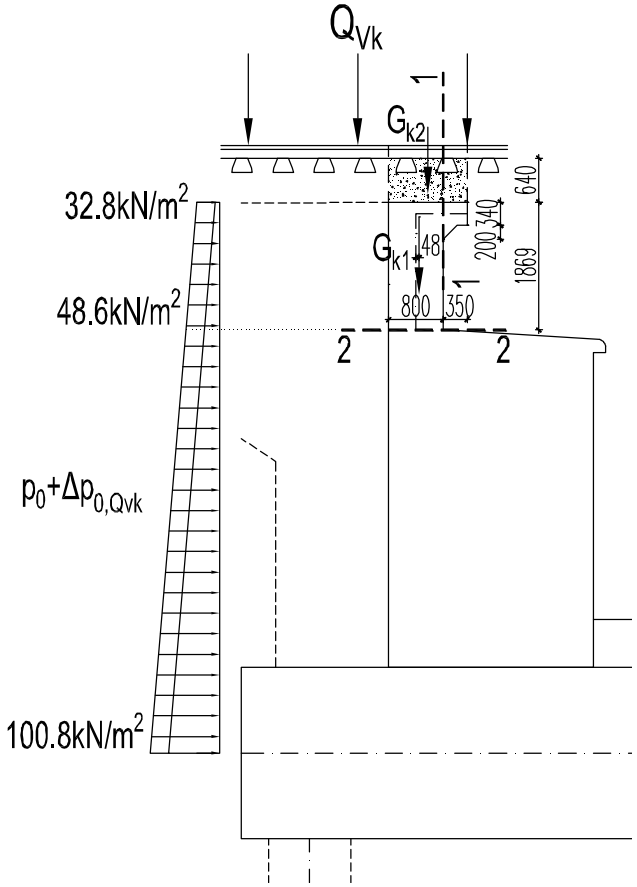
No	Naziv
1	težina konstrukcije Gk1 (g)
2	Dodatno stalno Gk2
3	KOCENJE-POKRETANJE Qlak
4	Udar broda Fdx
5	Udar broda Fdy
6	(AEd+Ed) X pravac
7	(AEd+Ed) Y pravac
8	Komb.: G+Ax+0.3Ay (I+II+VI+0.3xVII)
9	Komb.: G+Ax-0.3Ay (I+ II+VI-0.3xVII)
10	Komb.: G-Ax+0.3Ay (I+II-1xVI+0.3xVII)
11	Komb.: G-Ax-0.3Ay (I+II-1xVI-0.3xVII)
12	Komb.: G+0.3Ax+Ay (I+ II+0.3xVI+VII)
13	Komb.: G+0.3Ax-Ay (I+ II+0.3xVI-1xVII)
14	Komb.: G-0.3Ax+Ay (I+II-0.3xVI+VII)
15	Komb.: G-0.3Ax-Ay (I+II-0.3xVI-1xVII)
16	Komb.: G+Ax (I+II+VI)
17	Komb.: G-Ax (I+II-1xVI)
18	Komb.: G+Ay (I+II+VII)
19	Komb.: G-Ay (I+II-1xVII)
20	Komb.: G+Fdx (I+II+IV)
21	Komb.: G+Fdy (I+II+V)

Lista slučajeva opterećenja

No	Naziv
1	težina konstrukcije Gk1 (g)
2	Dodatno stalno Gk2
3	E0
4	$Q_{k,1}$ - SW0 na 1 koloseku
5	$Q_{k,1}$ - LM71 na 1 koloseku
6	$Q_{k,1}$ - LM71 na oba koloseka
7	Bočni udar Qsk oba koloseka
8	na 1 koloseku dp0,Qv
9	na oba koloseka dp0,Qv
10	Udar broda Fdx
11	Udar broda Fdy
12	Komb.: 1.35G (1.35xI+1.35xII)
13	Komb.: 1.35Gk1+1.5E0 (1.35xI+1.5xIII)
14	Komb.: Gk1+1.5E0 (I+1.5xIII)
15	Komb.: Gk1+E0 (I+III)
16	Komb.: Gk1+Gk2 (I+II)
17	Komb.: 1.35G+1.5E0 (1.35xI+ +1.35xII+1.5xIII)
18	Komb.: G+1.5E0 (I+II+1.5xIII)
19	Komb.: 1.35G+1.45aQk,1 (1 .35xI+1.35xII+1.75xIV)
20	Komb.: 1.35G+1.45aQk,1 (1.35xI+1.35xII+1.75xV)
21	Komb.: 1.35G+1.45aQk,1 (1.35xI+1.35xII+1.75xVI)
22	Komb.: G+1.45aQk,1 (I+II+1.75xIV)
23	Komb.: G+1.45aQk,1 (I+II++1.75xV)
24	Komb.: G+1.45aQk,1 (I+ II+1.75xVI)
25	Komb.: 1.35G+1.5E0+1.45aQk,1 (1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.75xIV)
26	Komb.: 1.35G+1.5E0+1.45aQk,1 (1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.75xV)
27	Komb.: 1.35G+1.5E0+1.45aQk,1 (1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.75xVI)
28	Komb.: G+1.5E0+1.45aQk,1 (I+II+1.5xIII+1.75xIV)
29	Komb.: G+1.5E0+1.45aQk,1 (I+II+1.5xIII+1.75xV)
30	Komb.: G+1.5E0+1.45aQk,1 (I+II+1.5xIII+1.75xVI)
31	Komb.: G+E0+1.45aQk,1 (I+II+III+1.75xIV)
32	Komb.: G+E0+1.45aQk,1 (I+II+III+1.75xV)
33	Komb.: G+E0+1.45aQk,1 (I+II+III+1.75xVI)
34	Komb.: G+E0+1.45a(Qk,1+0.5Qsk) (I+II+III+1.75xVI+0.88xVII)
35	Komb.: G+E0+1.45a(Qk,1-0.5Qsk) (I+II+III+1.75xVI-0.88xVII)
36	Komb.: G+1.5E0+1.45a(Qk,1++0.5Qsk) (I+II+1.5xIII+1.75xVI+0.88xVII)
37	Komb.: G+1.5E0+1.45a(Qk,1-0.5Qsk) (I+II+1.5xIII+1.75xVI-0.88xVII)
38	Komb.: 1.35G+1.5E0++1.45a(Qk,1+0.5Qsk) (1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.75xVI+0.88xVII)
39	Komb.: 1.35G+1.5E0+1.45a(Qk,1-0.5Qsk) (1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.75xVI-0.88xVII)
40	Komb.: G+E0+1.45a(Qk,1+dp,Qv+0.5Qsk) (I+II+III+1.75xVI+0.88xVII+1.75xIX)
41	Komb.: G+E0+1.45a(Qk,1+dp,Qv-0.5Qsk) (I+II+III+1.75xVI-0.88xVII+1.75xIX)
42	Komb.: G+1.5E0+1.45a(Qk,1+dp,Qv+0.5Qsk) (I+ II+1.5xIII+1.75xVI+0.88xVII+1.75xIX)
43	Komb.: G+1.5E0+1.45a(Qk,1+dp,Qv-0.5Qsk) (I+ II+1.5xIII+1.75xVI-0.88xVII+1.75xIX)
44	Komb.: 1.35G+1.5E0+1.45a(Qk,1+dp,Qv+0.5Qsk) (1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.75xVI+0.88xVII+ 1.75xIX)
45	Komb.: 1.35G+1.5E0+1.45a(Qk,1+dp,Qv-0.5Qsk) (1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.75xVI-0.88xVII +1.75xIX)
46	Komb.: G+E0+Fdx (I+II+III+X)
47	Komb.: G+E0-Fdx (I+II+III-1xX)
48	Komb.: G+E0+Fdy (I+II+III+XI)
49	Komb.: G+E0-Fdy (I+II+III-1xXI)

13.1 Обални стубови / Abutments

13.1.1 Парапетни зид / Parapet wall



Анализа оптерећења / Actions

Стално оптерећење

$G^2_{k1}=1.631\cdot25=40.8kN/m$

$M^2_{k1}=40.8\cdot0.048=1.96kNm/m$

$G^1_{k1}=0.154\cdot25=3.85kN/m$

$M^1_{k1}=3.85\cdot0.175=0.67kNm/m$

Додатно стално оптерећење

$G^2_{k2}=0.64\cdot1.15\cdot20=14.7kN/m$

$M^2_{k2}=14.7\cdot0.175=2.6kNm/m$

$G^1_{k2}=0.35\cdot0.64\cdot20=4.5kN/m$

$M^1_{k2}=4.5\cdot0.175=0.78kNm/m$

Саобраћајно оптерећење

$Q^2_{vk}=1.21\cdot250=302.5kN/m$

$M^2_{Qvk}=302.5\cdot0.75=226.9kNm/m$

$Q^1_{vk}=1.21\cdot250=302.5kN/m$

$M^1_{Qvk}=302.5\cdot0.175=52.9kNm/m$

Притисак тла

$E_{a,Qv}=0.5\cdot(32.8+48.6)\cdot1.869=76kN/m$

$M_{Ea,Qv}=0.5\cdot1.869\cdot76=71kNm/m$

Утицаји у пресеку 1 – 1 / Internal forces in section 1 – 1

Komb 1	*Komb 2*
$V_{Ed}=1.35\cdot(3.85+4.5)=11.3kN/m$	$V_{Ed}=1.35\cdot(3.85+4.5)+1.45\cdot302.5=450kN/m$
$M_{Ed}=1.35\cdot(0.67+0.78)=1.96kNm/m$	$M_{Ed}=1.35\cdot(0.67+0.78)+1.45\cdot52.9=78.7kNm/m$

Утицаји у пресеку 2 – 2 / Internal forces in section 2 – 2

Komb 1	*Komb 2*
$N_{Ed}=40.8+14.7=55.5kN/m$	$N_{Ed}=40.8+14.7+1.45\cdot302.5=494kN/m$
$V_{Ed}=1.5\cdot76=114kN/m$	$V_{Ed}=1.5\cdot76=114kN/m$
$M_{Ed}=1.5\cdot71=106.5kNm/m$	$M_{Ed}=1.96+2.6+1.45\cdot226.9+1.5\cdot71=440kNm/m$

Пресек 1 – 1

$$V_{Rd,\max}=1\cdot100\cdot(37-3.48)\cdot0.6\cdot1.7/(1.2+0.83)=1684kN>V_{Ed}=450kN$$

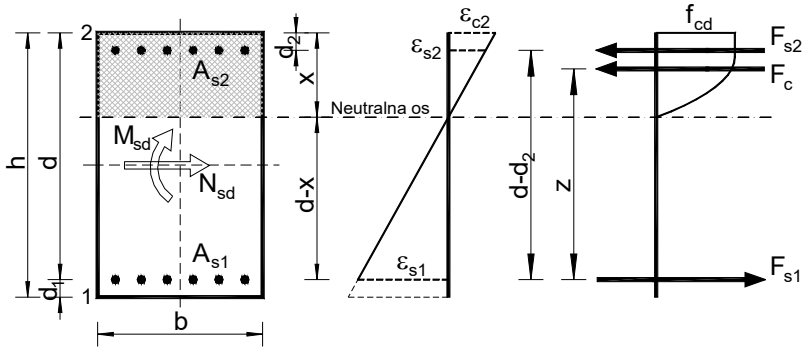
$$A_{sw,pot}=\frac{450\cdot10}{(37-3.48)\cdot40\cdot1.2}=2.8cm^2$$

Усвајају се узенгије ***2UØ10/10*** *($A=3.14cm^2$)*

b	100.00	cm
h	44.00	cm
d_1 (d_2)	7.00	cm
d	37.00	cm
f_{cd}	1.70	kN/cm^2
f_{yd}	43.48	kN/cm^2
M_{sd}	78.70	kNm
N_{sd}	0.00	kN
ε_{s1}	10.00	‰
ε_{c2}	1.04	‰
M_{sds}	78.70	kNm
$M_{Rd,lim}$	370.40	kNm
μ_{sd}	0.033	
Jednostruko armiranje		
ω	3.437	%
ρ	0.137	%
ξ	0.094	
ζ	0.967	
A_{s1}	5.06	cm^2
A_{s2}	0.00	cm^2

Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja i uzdužnu silu

Konvencija uzdužne sile: + tlak, - vlak



x 3.48 cm

$$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0.26 \cdot \frac{2.9}{500} \cdot 44 \cdot 100 = 6.64 cm^2/m$$

*Усваја се арматура ±**Ø14/15** (A=10.3cm^2/m)*

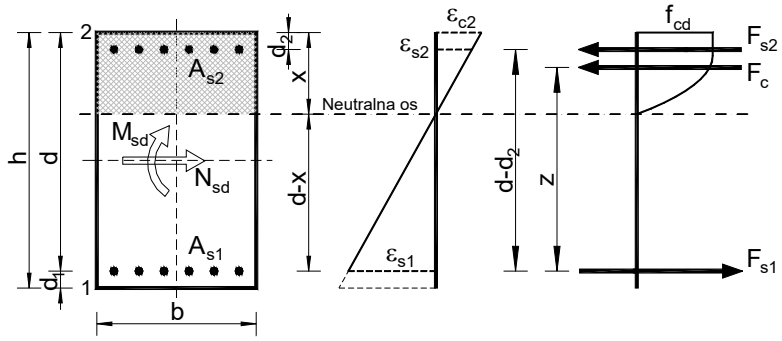
Пресек 2 – 2

$V_{Rd,c,\min} = 0.035 \cdot 1.523^{3/2} \cdot 100 \cdot 73 = 480 kN > V_{Ed} = 114 kN$ - није потребна арматура за смицање

b	100.00	cm
h	80.00	cm
d_1 (d_2)	7.00	cm
d	73.00	cm
f_{cd}	1.70	kN/cm^2
f_{yd}	43.48	kN/cm^2
M_{sd}	440.00	kNm
N_{sd}	494.00	kN
ε_{s1}	10.00	‰
ε_{c2}	1.61	‰
M_{sds}	603.02	kNm
$M_{Rd,lim}$	1441.85	kNm
μ_{sd}	0.066	
Jednostruko armiranje		
ω	6.964	%
ρ	0.118	%
ξ	0.139	
ζ	0.949	
A_{s1}	8.65	cm^2
A_{s2}	0.00	cm^2

Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja i uzdužnu silu

Konvencija uzdužne sile: + tlak, - vlak



x 10.14 cm

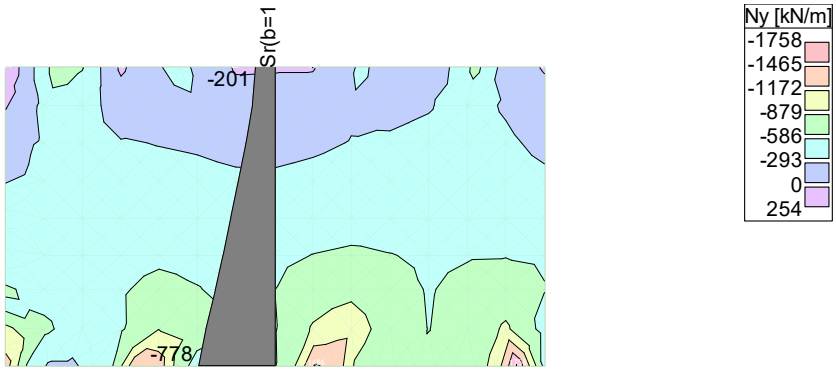
$$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0.26 \cdot \frac{2.9}{500} \cdot 80 \cdot 100 = 12.06 cm^2/m$$

*Арматура зида **Ø25/15** (A=32.7cm^2/m) довољна за пријем утицаја*

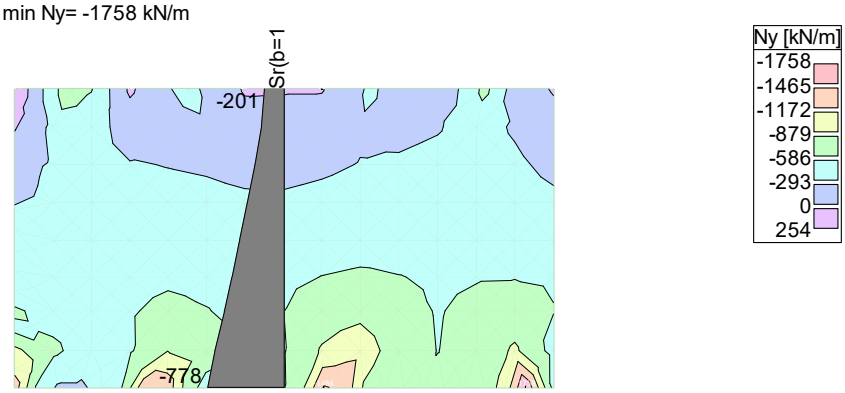
*Усваја се хоризонтална арматура ±**Ø14/15** (A=10.3cm²/m)*

13.1.2 Статички утицаји у стубу и крилним зидовима / Internal forces and moments in abutment and wing wall

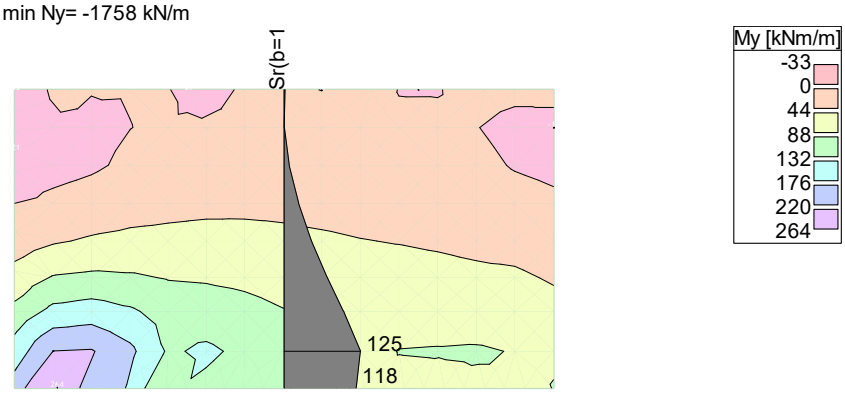
Opt. 16: Gk1+Gk2



Ram: V_1
Uticaji u ploči: max Ny= 254 / min Ny= -1758 kN/m
Opt. 16: Gk1+Gk2

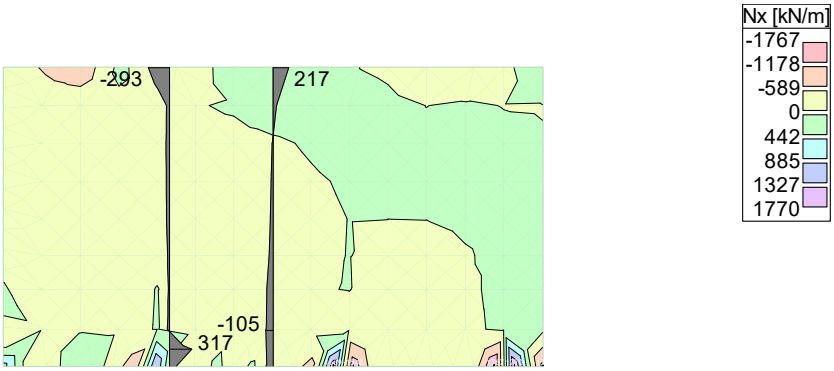


Ram: V_1
Uticaji u ploči: max Ny= 254 / min Ny= -1758 kN/m
Opt. 16: Gk1+Gk2

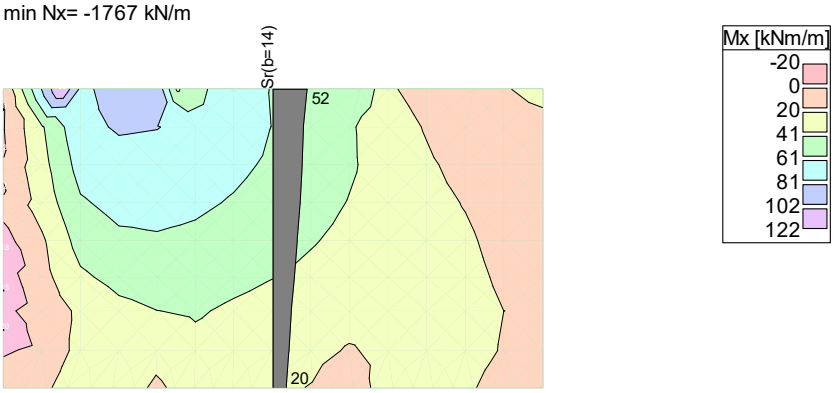


Ram: V_1
Uticaji u ploči: max My= 264 / min My= -33 kNm/m

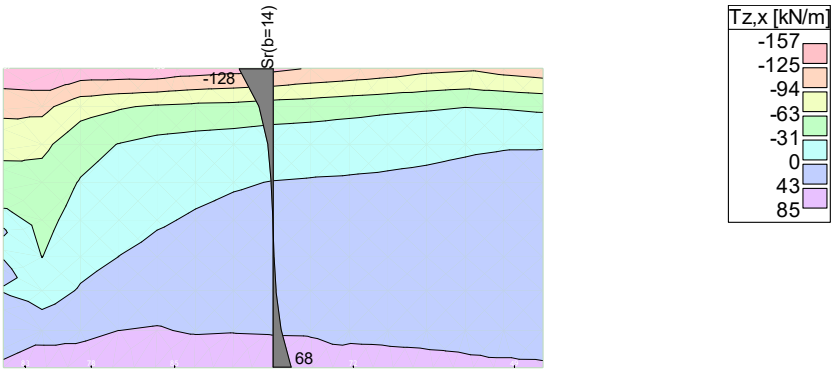
Opt. 16: Gk1+Gk2



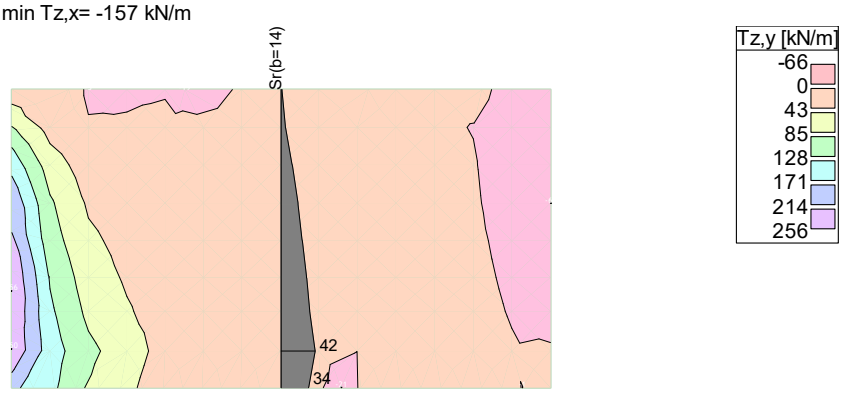
Ram: V_1
Uticaji u ploči: max Nx= 1770 / min Nx= -1767 kN/m
Opt. 16: Gk1+Gk2



Ram: V_1
Uticaji u ploči: max Mx= 122 / min Mx= -20 kNm/m
Opt. 16: Gk1+Gk2

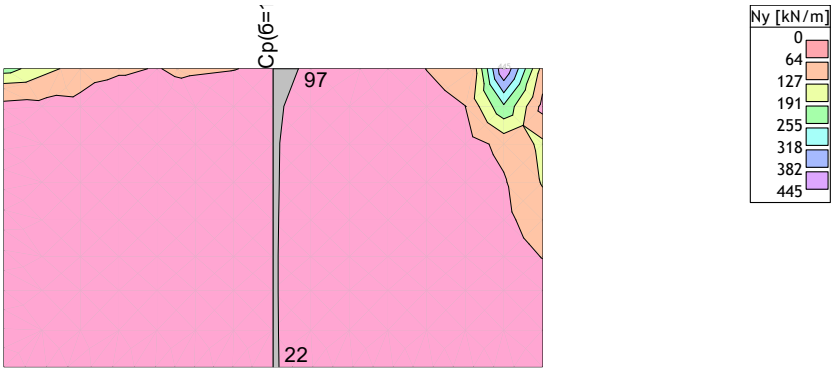


Ram: V_1
Uticaji u ploči: max Tz,x= 85 / min Tz,x= -157 kN/m
Opt. 16: Gk1+Gk2

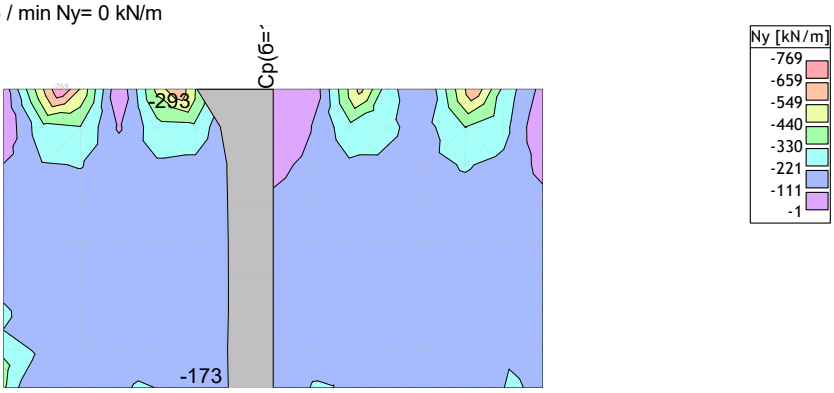


Ram: V_1
Uticaji u ploči: max Tz,y= 256 / min Tz,y= -66 kN/m

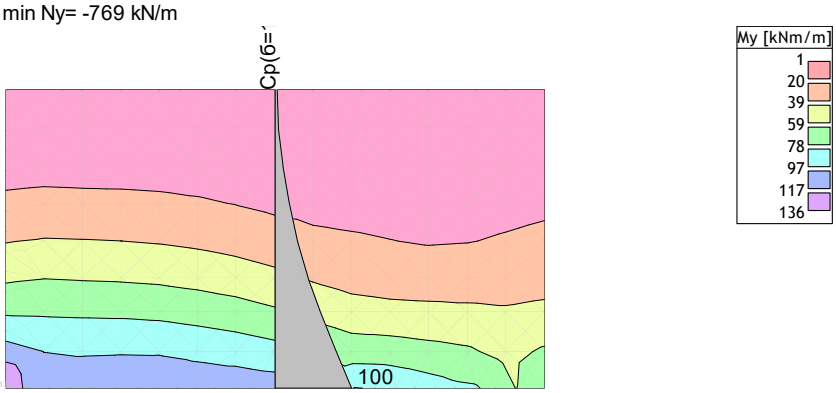
Опт. 10: [Анв] 4-6



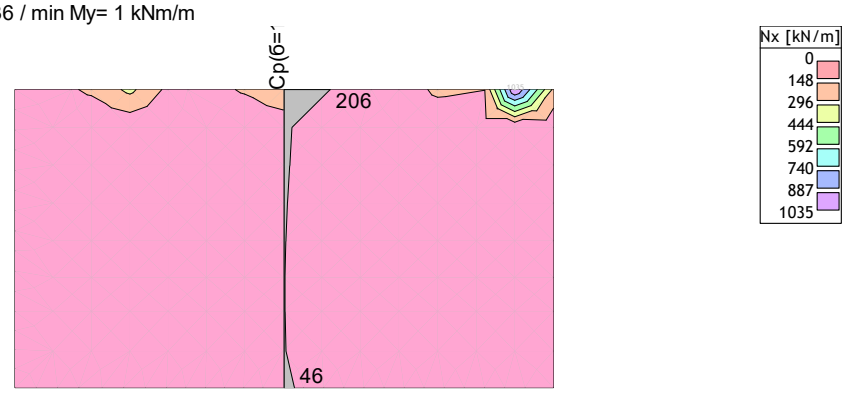
Рам: V_1
Утицаји у плочи: max Ny= 445 / min Ny= 0 kN/m
Опт. 10: [Анв] 4-6



Рам: V_1
Утицаји у плочи: max Ny= -1 / min Ny= -769 kN/m
Опт. 10: [Анв] 4-6

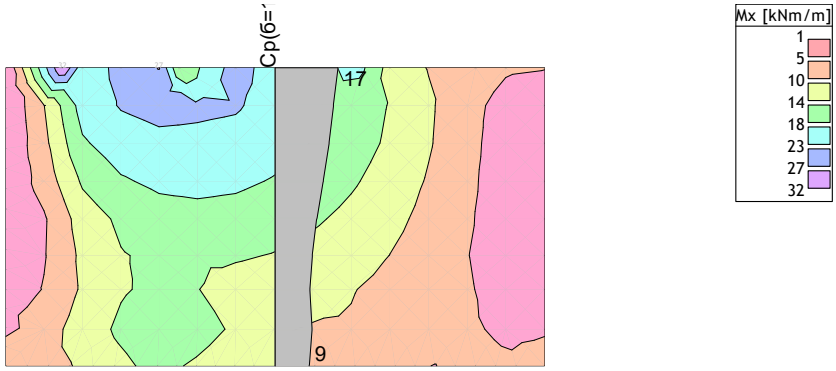


Рам: V_1
Утицаји у плочи: max My= 136 / min My= 1 kNm/m
Опт. 10: [Анв] 4-6

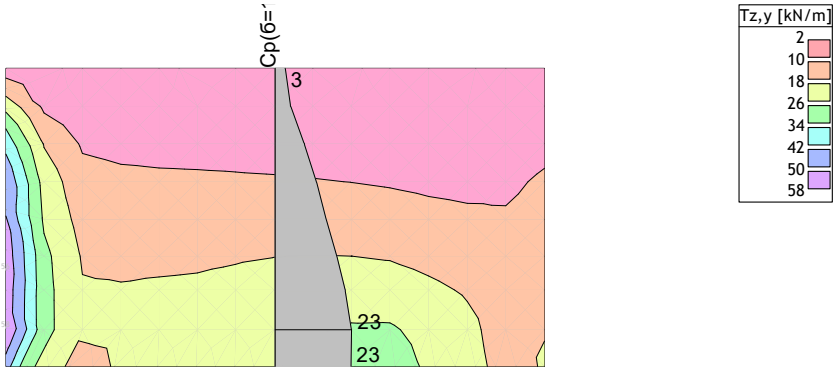


Рам: V_1
Утицаји у плочи: max Nx= 1035 / min Nx= 0 kN/m

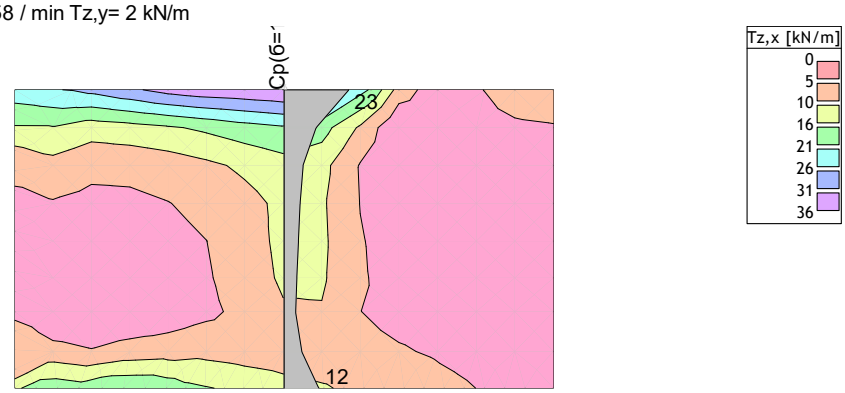
Опт. 10: [Анв] 4-6



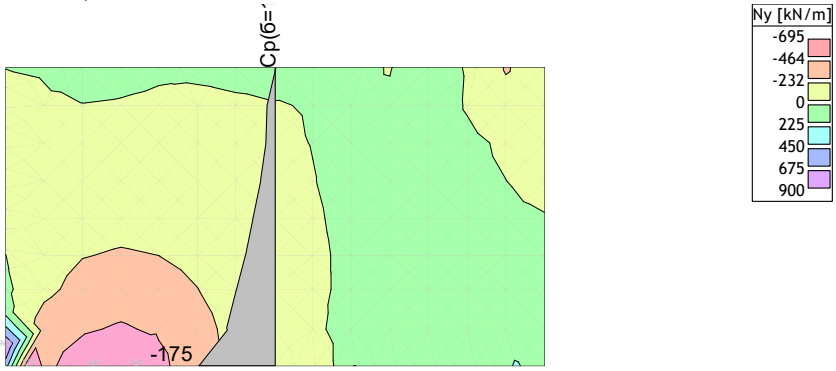
Рам: V_1
Утицаји у плочи: max Mx= 32 / min Mx= 1 kNm/m
Опт. 10: [Анв] 4-6



Рам: V_1
Утицаји у плочи: max Tz,y= 58 / min Tz,y= 2 kN/m
Опт. 10: [Анв] 4-6

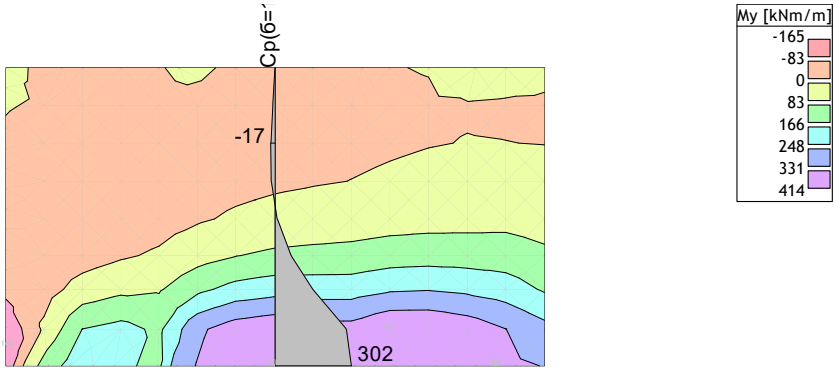


Рам: V_1
Утицаји у плочи: max Tz,x= 36 / min Tz,x= 0 kN/m
Опт. 3: E0

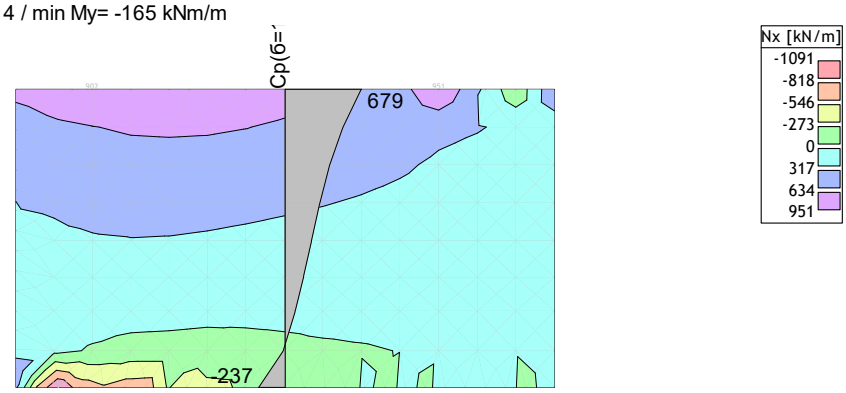


Рам: V_1
Утицаји у плочи: max Ny= 900 / min Ny= -695 kN/m

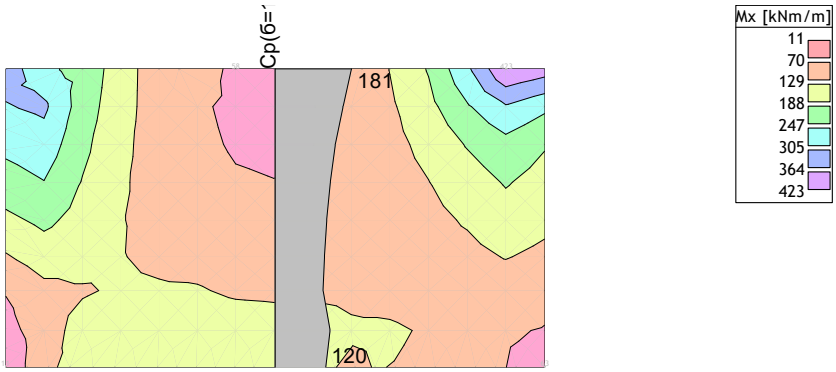
Опт. 3: E0



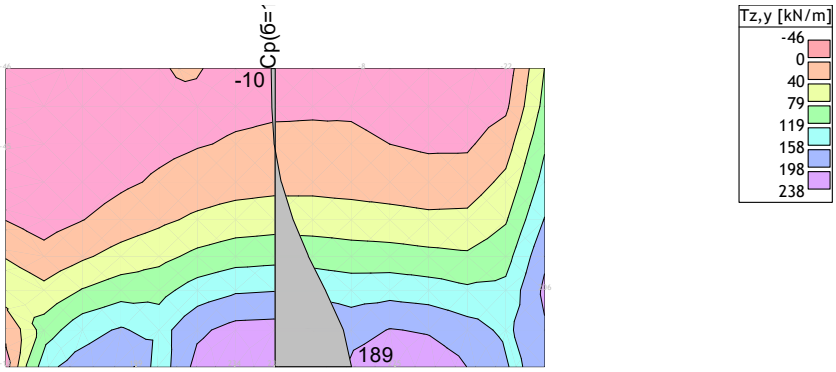
Рам: V_1
Утицаји у плочи: max My= 414 / min My= -165 kNm/m
Опт. 3: E0



Рам: V_1
Утицаји у плочи: max Nx= 951 / min Nx= -1091 kN/m
Опт. 3: E0

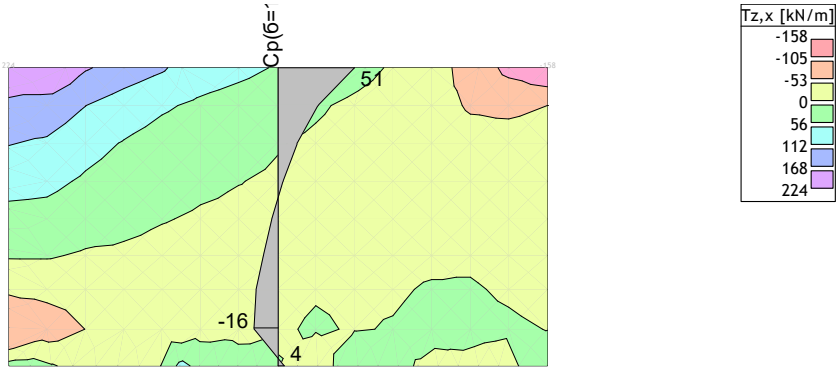


Рам: V_1
Утицаји у плочи: max Mx= 423 / min Mx= 11 kNm/m
Опт. 3: E0

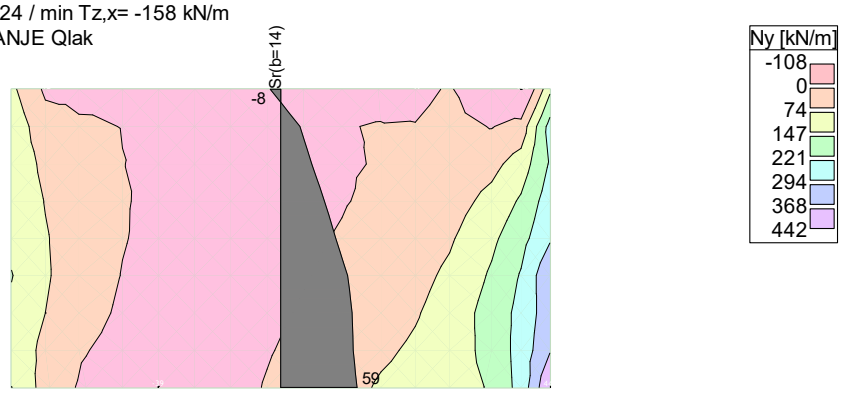


Рам: V_1
Утицаји у плочи: max Tz,y= 238 / min Tz,y= -46 kN/m

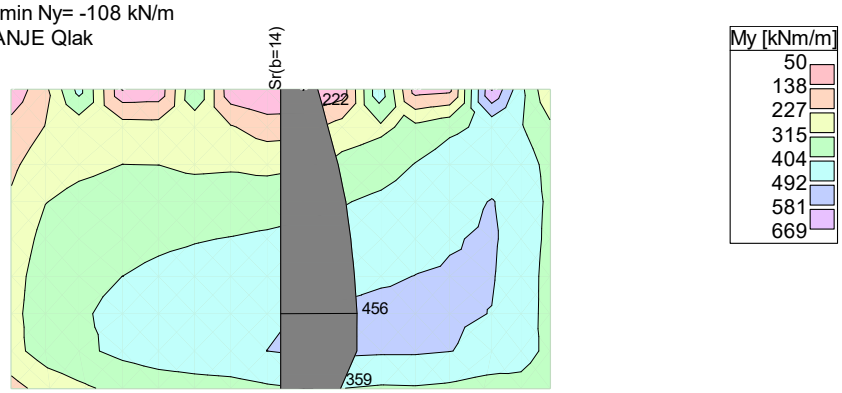
Опт. 3: E0



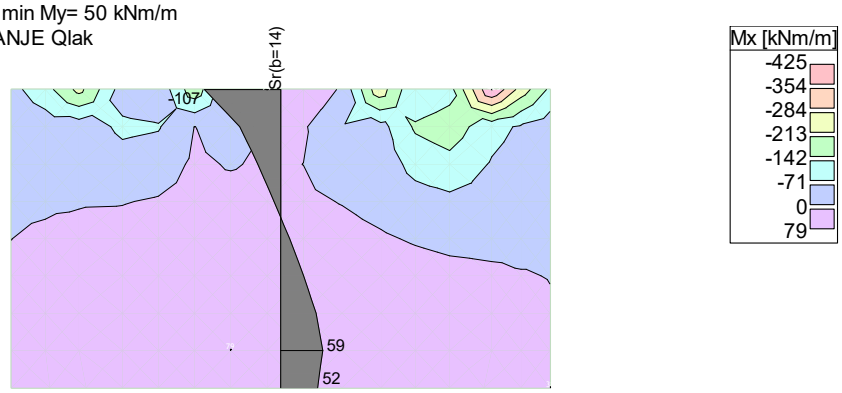
Рам: V_1
Утицаји у плочи: max Tz,x= 224 / min Tz,x= -158 kN/m
Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Ny= 442 / min Ny= -108 kN/m
Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak

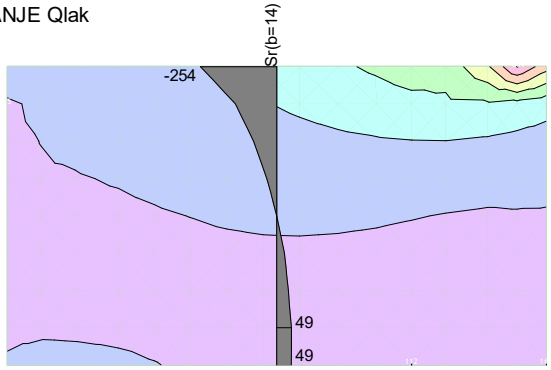


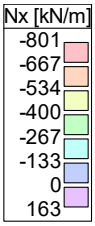
Ram: V_49
Uticaji u ploči: max My= 669 / min My= 50 kNm/m
Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



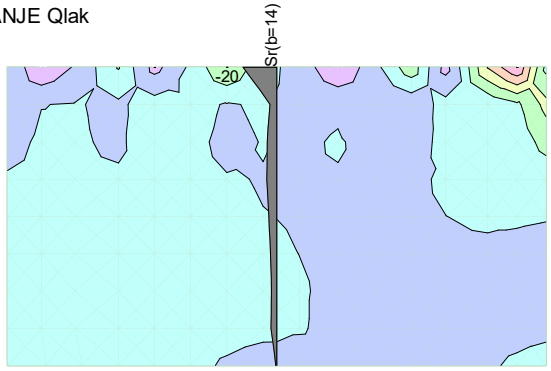
Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Mx= 79 / min Mx= -425 kNm/m

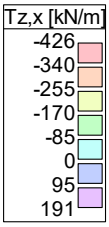
Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



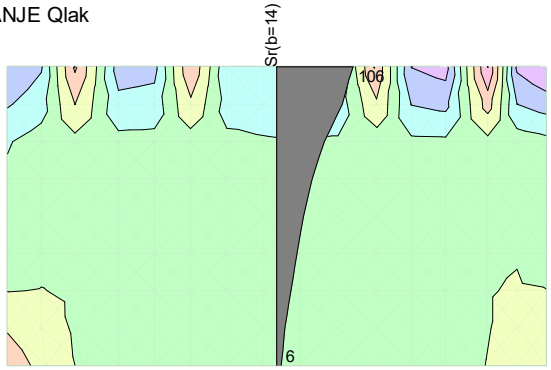


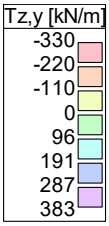
Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Nx= 163 / min Nx= -801 kN/m
Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



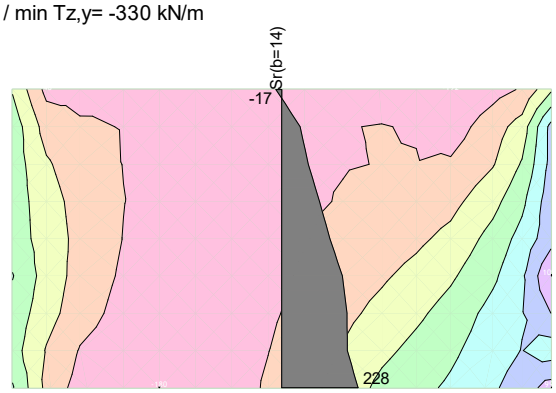


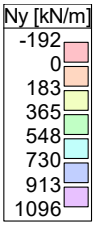
Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Tz,x= 191 / min Tz,x= -426 kN/m
Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak





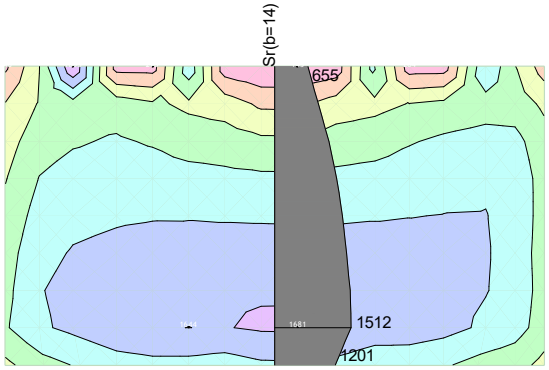
Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Tz,y= 383 / min Tz,y= -330 kN/m
Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac

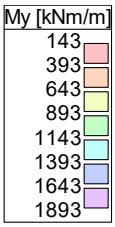




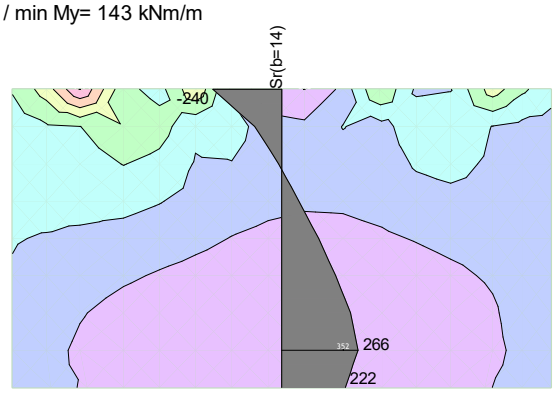
Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Ny= 1096 / min Ny= -192 kN/m

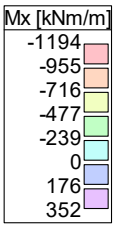
Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac



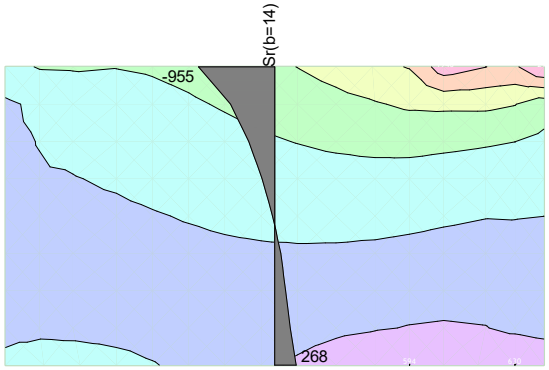


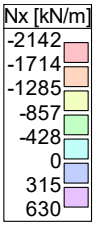
Ram: V_49
Uticaji u ploči: max My= 1893 / min My= 143 kNm/m
Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac



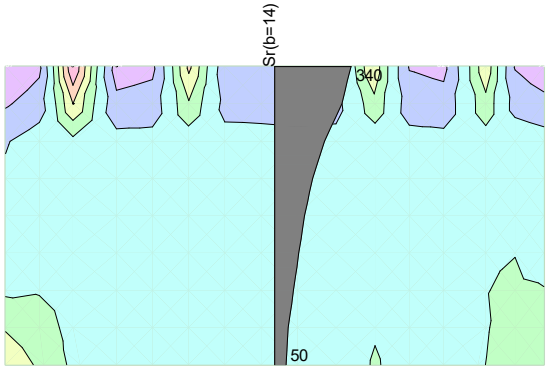


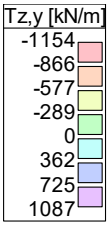
Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Mx= 352 / min Mx= -1194 kNm/m
Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac





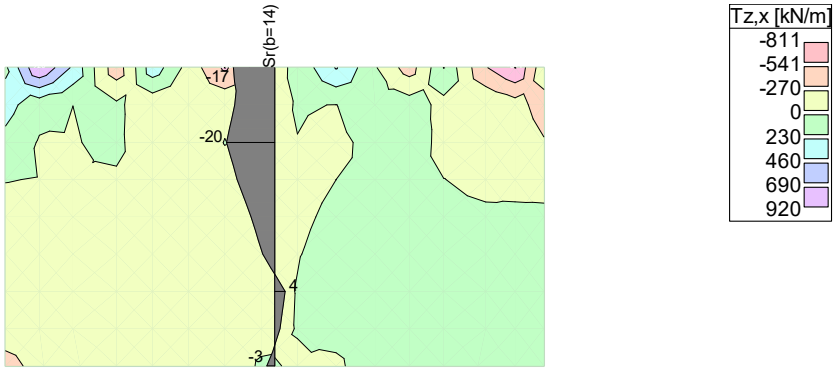
Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Nx= 630 / min Nx= -2142 kN/m
Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac



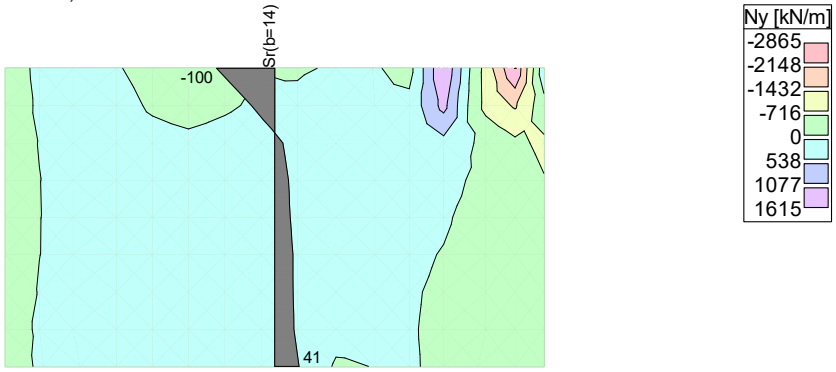


Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Tz,y= 1087 / min Tz,y= -1154 kN/m

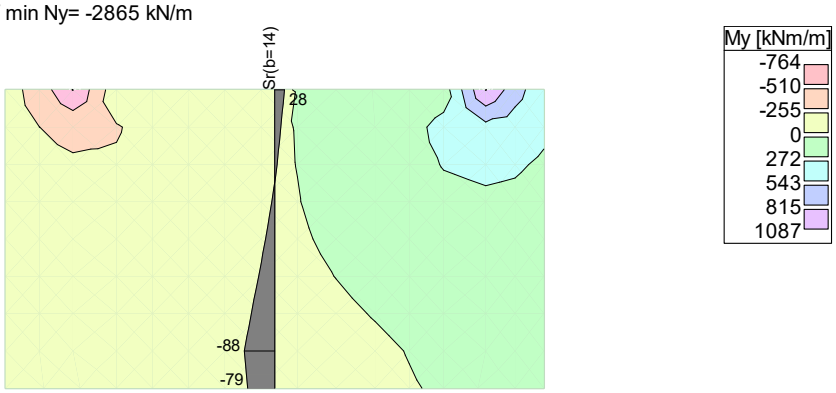
Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac



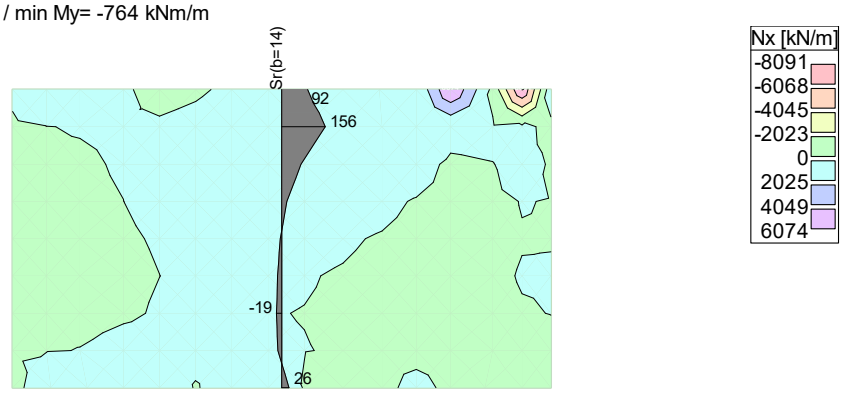
Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Tz,x= 920 / min Tz,x= -811 kN/m
Opt. 7: (AEd+Ed) Y pravac



Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Ny= 1615 / min Ny= -2865 kN/m
Opt. 7: (AEd+Ed) Y pravac

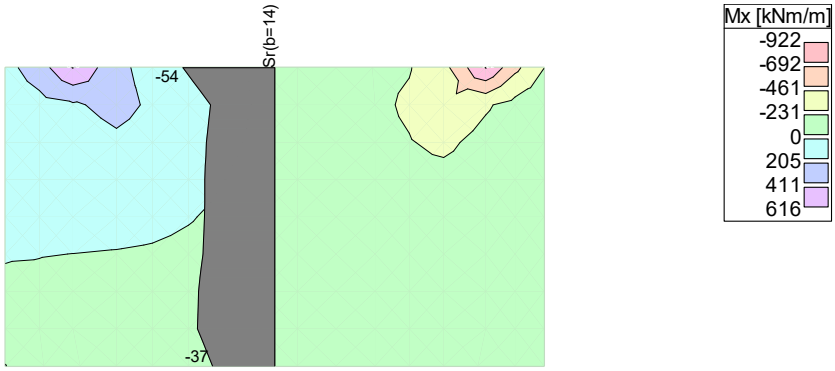


Ram: V_49
Uticaji u ploči: max My= 1087 / min My= -764 kNm/m
Opt. 7: (AEd+Ed) Y pravac

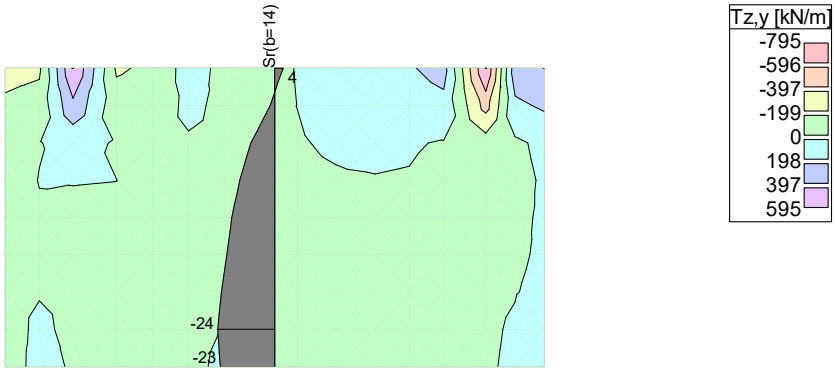


Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Nx= 6074 / min Nx= -8091 kN/m

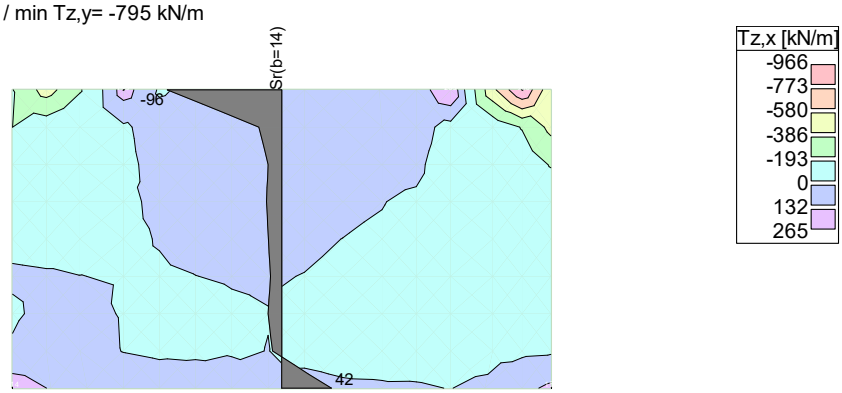
Opt. 7: (AEd+Ed) Y pravac



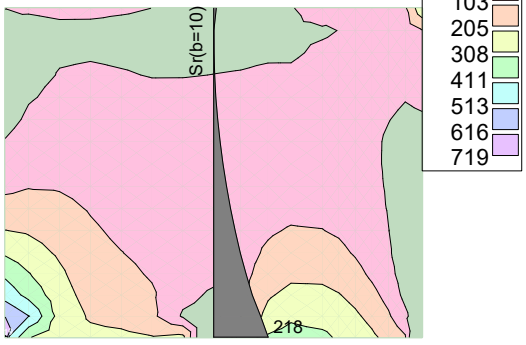
Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Mx= 616 / min Mx= -922 kNm/m
Opt. 7: (AEd+Ed) Y pravac



Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Tz,y= 595 / min Tz,y= -795 kN/m
Opt. 7: (AEd+Ed) Y pravac

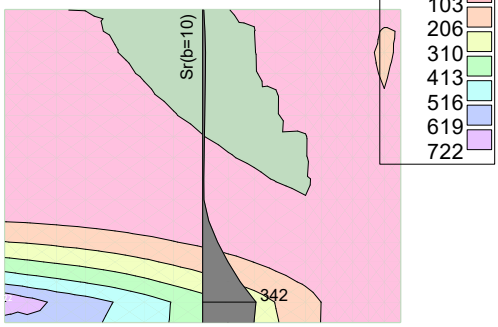


Ram: V_49
Uticaji u ploči: max Tz,x= 265 / min Tz,x= -966 kN/m
Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



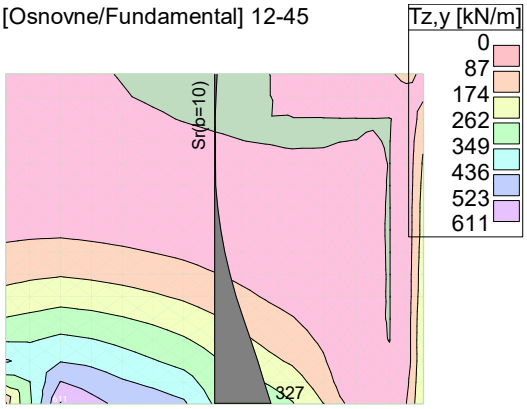
Ram: I_17
Uticaji u ploči: max Ny= 719 / min Ny= 0 kN/m

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



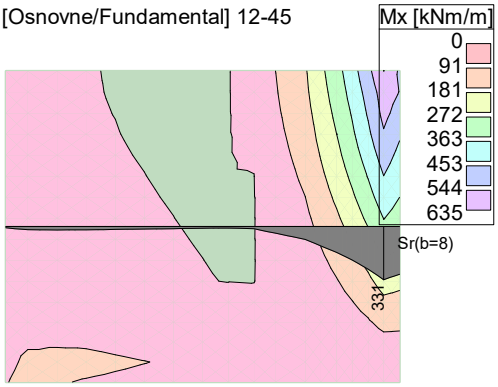
Ram: I_17
Uticaji u ploči: max My= 722 / min My= 0 kNm/m

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



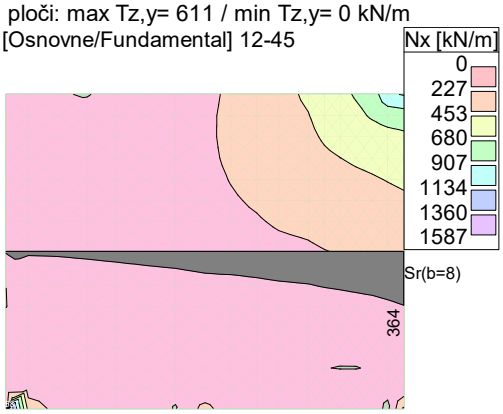
Ram: I_17
Uticaji u ploči: max Tz,y= 611 / min Tz,y= 0 kN/m

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



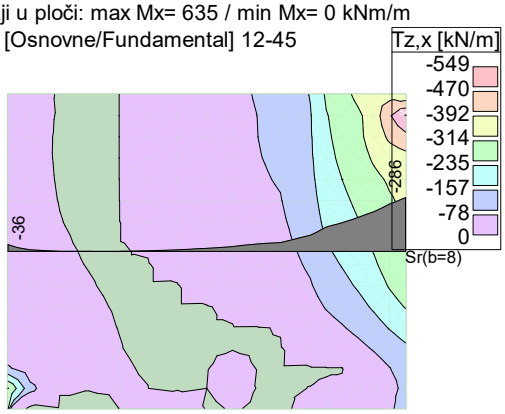
Ram: I_17
Uticaji u ploči: max Mx= 635 / min Mx= 0 kNm/m

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



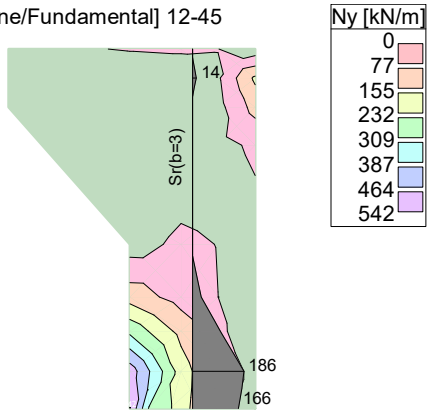
Ram: I_17
Uticaji u ploči: max Nx= 1587 / min Nx= 0 kNm/m

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



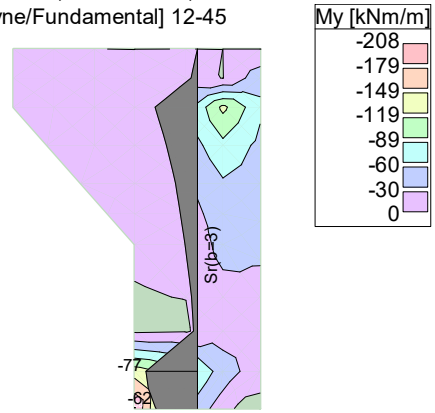
Ram: I_17
Uticaji u ploči: max Tz,x= 0 / min Tz,x= -549 kN/m

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



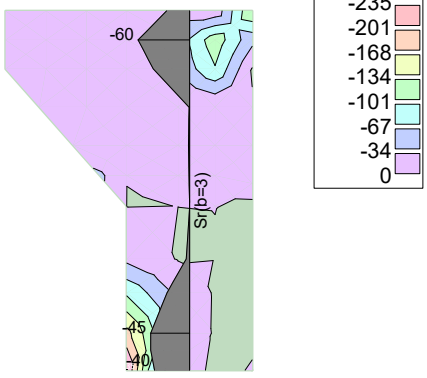
Ram: H_5
Uticaji u ploči: max Ny= 542 / min Ny= 0 kNm/m

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



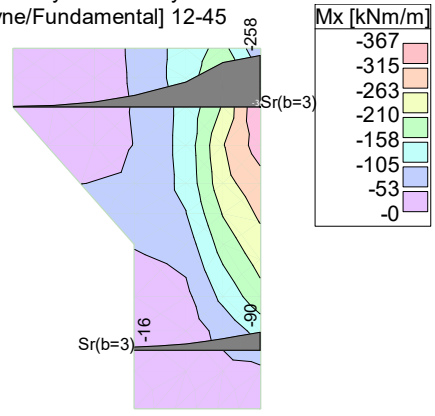
Ram: H_5
Uticaji u ploči: max My= 0 / min My= -208 kNm/m

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



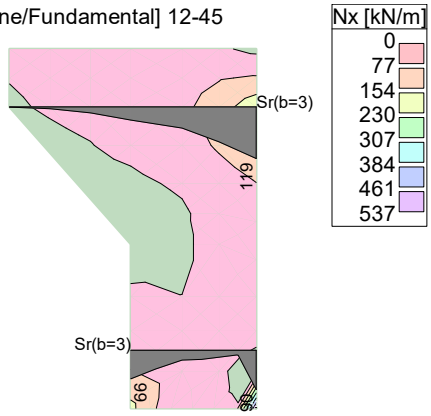
Ram: H_5
Uticaji u ploči: max Tz,y= 0 / min Tz,y= -235 kN/m

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



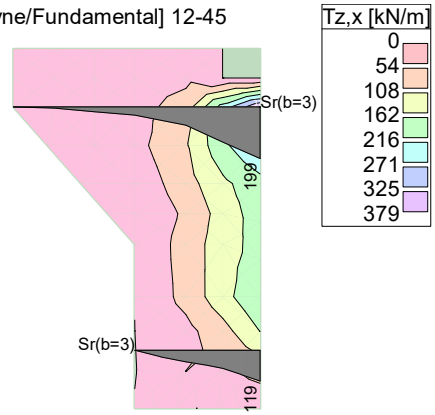
Ram: H_5
Uticaji u ploči: max Mx= -0 / min Mx= -367 kNm/m

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



Ram: H_5
Uticaji u ploči: max Nx= 537 / min Nx= 0 kN/m

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



Ram: H_5
Uticaji u ploči: max Tz,x= 379 / min Tz,x= 0 kN/m

Табеларни приказ меродавних песечних сила – Обални стуб

конвенција N "+" сила притиска
M "+" знак одговара дијаграму из TOWER-а затеже страну ка клину

Опорци	$G_{k1}+G_{k2}$		E_0		anv/env $Q_{k,1}+\Delta p_{0,Q}$				Q_{lak}		$(A_{Ed}+E_{Ed})$ X		$(A_{Ed}+E_{Ed})$ Y	
	врх	дно	врх	дно	врх стуба		дно стуба		врх	дно	врх	дно	врх	дно
Ny [kN/m]	201	778	0	175	-97	293	-22	173	8	59	17	228	100	41
My [kNm/m]	0	125	0	302	1	1	100	100	222	456	655	1512	28	88
Mx [kNm/m]	52	20	181	120	17	17	14	14	107	59	240	266	54	54
Nx [kN/m]	-442	-442	-679	237	-206	-206	-46	-46	254	49	955	268	156	26
Tzy [kN/m]	0	42	-10	189	3	3	23	23	106	6	340	50	24	24
Tzx [kN/m]	128	68	51	-16	23	23	12	12	10	10	20	20	96	42

Опорци	Основне комбинације (ULS)				Сеизмичке комбинације			
	$N_{y,max}$, $M_{y,max}$, $M_{x,max}$		$N_{y,min}$, $N_{x,min}$		$G+E_0+A_{Ed,x}+0.3A_{Ed,y}$		$G+E_0+0.3A_{Ed,x}+A_{Ed,y}$	
	врх стуба	дно стуба	врх стуба	дно стуба	врх стуба	дно стуба	врх стуба	дно стуба
Ny [kN/m]	799	1720	17	898	***154***	***713***	96	844
My [kNm/m]	391	1597	-388	-198	***663***	***1965***	225	969
Mx [kNm/m]	559	335	***75***	***121***	489	422	359	274
Nx [kN/m]	-1531	-236	***-2422***	***-526***	-119	71	-679	-99
Tzy [kN/m]	176	391	-191	355	***337***	***288***	116	270
Tzx [kN/m]	307	106	202	48	228	85	281	100

13.1.3 Димензионисање стуба и крилних зидова / Design of abutments and wing walls

13.1.3.1 Стуб / Abutment

Лежишна греда формира се у првих 1m висине стуба

$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0.26 \cdot 0.29/50 \cdot 100 \cdot 300 = 45.24 cm^2/m$ (СРПС ЕН 1992-1-1, 9.2)

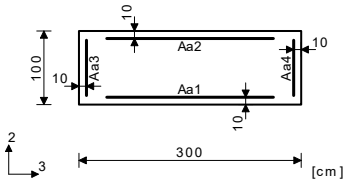
$A_{s,max} = 0.04 \cdot b \cdot d = 0.04 \cdot 100 \cdot 300 = 1200 cm^2$/m

$s_{1,max}$=20cm

$A_{sw,min} = (0{,}08\sqrt{3})/50 \cdot 20 \cdot 300 \cdot 1 = 16.62 cm^2$ (СРПС ЕН 1992-1-1, 9.2.2)

$s_{t,max}$=60cm

Osnovne-vrh-minNx
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15)
S500H



M2u = 75 kNm
N1u = 2422 kN
T3u = 202 kN

εb/εa = 1.078/25.000 ‰
Aa1 = 14.34 cm2
Aa2 = 14.20 cm2
Aa3 = 14.32 cm2
Aa4 = 14.20 cm2
Aa,uz = 0.00 cm2/m (m=2)

Усвојена хоризонтална арматура ***Ø25/10*** *(Aa=49.1cm²/m)* обострано по висини лежишне греде

Усвојена хоризонтална арматура ***Ø20/20*** *(Aa=15.7cm²/m)* обострано по ширини лежишне греде

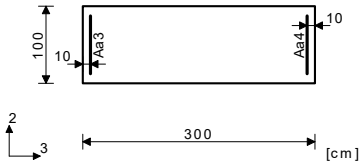
Усвојене шестосечне вертикалне узенгије ***Ø10/20*** *(Aa=23.55cm²/m)* у висини лежишне греде

Остатак стуба армира се као зидно платно

Хоризонтална арматура

Osnovne-dno-minNx
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15)
S500H

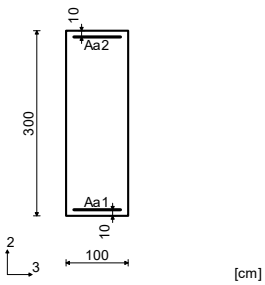
M2u = 526 kNm
N1u = 121 kN
T3u = 48 kN



εb/εa = -0.369/25.000 ‰
Aa1 = 0.00 cm2
Aa2 = 0.00 cm2
Aa3 = 0.00 cm2
Aa4 = 5.63 cm2
Aa,uz = 0.00 cm2/m (m=2)

Вертикална арматура

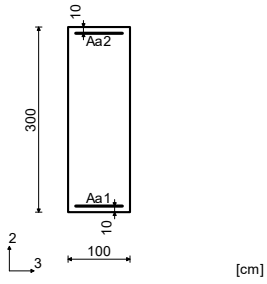
Seizmicke-vrh-Ny, My
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15)
S500H



M3u = 663 kNm
N1u = -154 kN
T3u = 337 kN

εb/εa = -0.593/25.000 ‰
Aa1 = 3.48 cm2
Aa2 = 0.00 cm2
Aa3 = 0.00 cm2
Aa4 = 0.00 cm2
Aa,uz = 0.00 cm2/m (m=2)

Seizmicke-dno-Ny, My
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15)
S500H



M3u = 1965 kNm
N1u = -713 kN
T2u = 288 kN

εb/εa = -1.170/25.000 ‰
Aa1 = 7.49 cm2
Aa2 = 0.00 cm2
Aa3 = 0.00 cm2
Aa4 = 0.00 cm2
Aa,uz = 0.00 cm2/m (m=2)

$A_{s,vmin} = 0.002 \cdot 100 \cdot 300 = 60cm^2/m^2$ (СРПС ЕН 1992-1-1, 9.6.2 и /НА тачка 2.89)

$A_{s,vmax} = 0.04 \cdot 100 \cdot 300 = 1200cm^2/m$

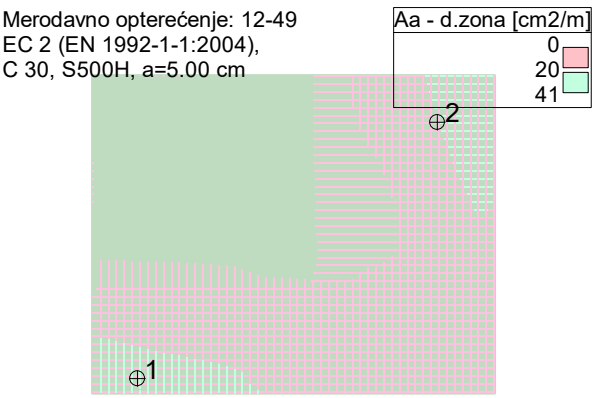
$A_{s,hmin} = \max(0.25A_{s,v};\ 0.001A_c) = 30cm^2/m$ (СРПС ЕН 1992-1-1,9.6.3, /НА тачка 2.89)

Подужна (вертикална) арматура стубова (СРПС ЕН 1992-1-1,9.5, /НА тачке 2.86 и 2.87)

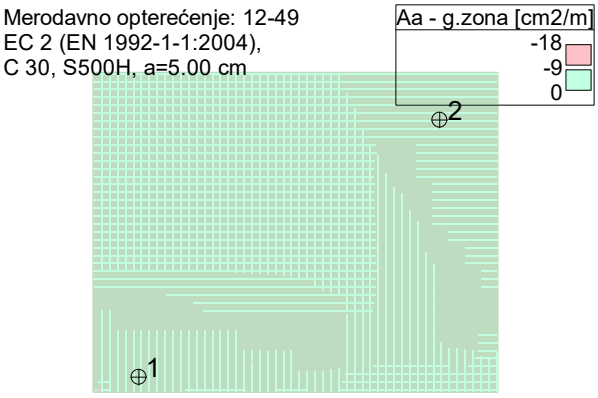
$A_{s,min} = \max\left(\frac{0.15 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}};\ 0.003A_c\right) = 90cm^2/m$ *укупна вертикална арматура*

Усваја се вертикална арматура ***Ø25/15*** *(Aa=65.47cm²/m)* обострано по ширини стуба
Усвајају се још два реда вертикална арматура унутар стуба ***Ø25/30*** *(Aa=32.73cm²/m)*
Укупна вертикална арматура 98.20cm²/m
Усваја се хоризонталана арматура ***Ø20/20*** *(Aa=15.7cm²/m)* обострано
Усвајају се узенгије ***Ø12/40*** око вертикалних шипки местимично на сваки m

13.1.3.2 Крилни зидови / Wing walls



Ram: I_17
Aa - d.zona - max Aa,d= 41 cm2/m



Ram: I_17
Aa - g.zona - max Aa,g= -18 cm2/m

Ram: I_17
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
d,pl=60.0 cm
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15)
Gornja zona: S500H (a=5.0 cm)
Donja zona: S500H (a=5.0 cm)
Dimenzionisanje grupe slučajeva opterećenja: 12-49

Tačka 1	Tačka 2
X=-6 m; Y=-8 m; Z=-9 m	X=-1 m; Y=-3 m; Z=-3 m
Pravac 1: (α=0°)	Pravac 1: (α=0°)
Merodavna kombinacija: 1.00xI+1.50xIII	Merodavna kombinacija: 1.00xI+1.50xIII
Mu = 116 kNm	Mu = 293 kNm
Nu = 75 kN	Nu = 515 kN
εb/εa = -1.113/25.000 ‰	εb/εa = -1.526/25.000 ‰
Ag1 = 0.00 cm2/m	Ag1 = 0.09 cm2/m
Ad1 = 5.86 cm2/m	Ad1 = 18.84 cm2/m
Pravac 2: (α=90°)	Pravac 2: (α=90°)
Merodavna kombinacija: 1.00xI+1.50xIII	Merodavna kombinacija: 1.00xI+1.50xIII
Mu = 587 kNm	Mu = 52.80 kNm
Nu = 270 kN	Nu = 6.49 kN
εb/εa = -3.500/23.088 ‰	εb/εa = -0.773/25.000 ‰
Ag2 = 0.15 cm2/m	Ag2 = 0.00 cm2/m
Ad2 = 29.19 cm2/m	Ad2 = 2.31 cm2/m

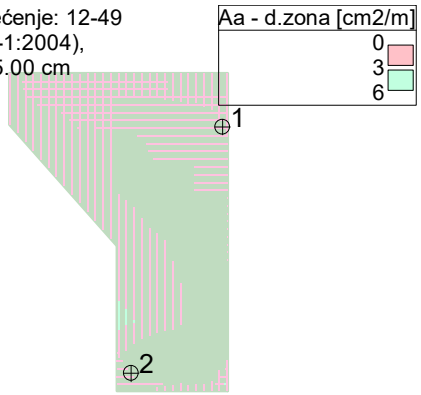
$A_{s,vmin} = 0.002 \cdot 100 \cdot 80 = 16cm^2/m^2$ (СРПС ЕН 1992-1-1, 9.6.2 и /НА тачка 2.89)

$A_{s,max} = 0.04 \cdot 100 \cdot 80 = 320cm^2/m$

$A_{s,hmin} = \max(0.25A_{s,v};\ 0.001A_c) = 8cm^2/m$ (СРПС ЕН 1992-1-1,9.6.3, /НА тачка 2.89)

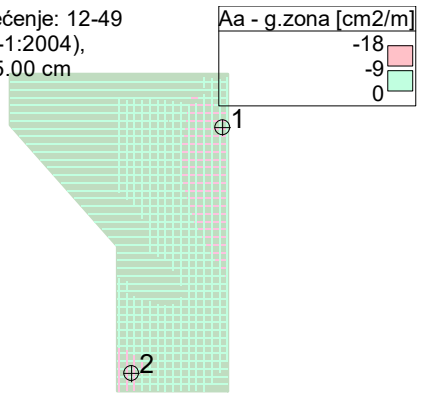
Усваја се вертикална арматура ***Ø20/10*** *(Aa=31.4cm²/m)* обострано
Усваја се хоризонталана арматура ***Ø16/10*** *(Aa=20.1cm²/m)* обострано

Merodavno opterećenje: 12-49
EC 2 (EN 1992-1-1:2004),
C 30, S500H, a=5.00 cm



Ram: H_5
Aa - d.zona - max Aa,d= 6 cm2/m

Merodavno opterećenje: 12-49
EC 2 (EN 1992-1-1:2004),
C 30, S500H, a=5.00 cm



Ram: H_5
Aa - g.zona - max Aa,g= -18 cm2/m

Ram: H_5
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
d,pl=60.0 cm
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15)
Gornja zona: S500H (a=5.0 cm)
Donja zona: S500H (a=5.0 cm)
Dimenzionisanje grupe slučajeva opterećenja: 12-49

Tačka 1
X=0 m; Y=13 m; Z=-2 m
Pravac 1: (α=0°)
Merodavna kombinacija:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+1.75xV
Mu = -367 kNm
Nu = 206 kN
εb/εa = -2.416/25.000 ‰
Ag1 = 18.39 cm2/m
Ad1 = 1.93 cm2/m

Pravac 2: (α=90°)
Merodavna kombinacija:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+1.75xV
Mu = -64 kNm
Nu = 50 kN
εb/εa = -0.916/25.000 ‰
Ag2 = 3.27 cm2/m
Ad2 = 1.24 cm2/m

Tačka 2
X=-3 m; Y=13 m; Z=-9 m
Pravac 1: (α=0°)
Merodavna kombinacija:
1.00xI+1.00xII+1.50xIII+1.75xVI
-0.88xVII+1.75xIX
Mu = -5.48 kNm
Nu = 92.49 kN
εb/εa = -0.127/25.000 ‰
Ag1 = 1.40 cm2/m
Ad1 = 0.80 cm2/m

Pravac 2: (α=90°)
Merodavna kombinacija:
1.00xI+1.00xII+1.50xIII+1.75xVI
-0.88xVII+1.75xIX
Mu = -130 kNm
Nu = 306 kN
εb/εa = -0.797/25.000 ‰
Ag2 = 9.30 cm2/m
Ad2 = 0.00 cm2/m

$A_{s,vmin} = 0.002 \cdot 100 \cdot 60 = 12cm^2/m^2$ (СРПС ЕН 1992-1-1, 9.6.2 и /НА тачка 2.89)

$A_{s,max} = 0.04 \cdot 100 \cdot 60 = 240cm^2/m$

$A_{s,hmin} = \max(0.25A_{s,v};\ 0.001A_c) = 6cm^2/m$ (СРПС ЕН 1992-1-1,9.6.3, /НА тачка 2.89)

Усваја се вертикална арматура ***Ø14/10*** *(Aa=15.4cm²/m)* обострано
Усваја се хоризонталана арматура ***Ø16/10*** *(Aa=20.1cm²/m)* обострано у горњој половини
Усваја се хоризонталана арматура ***Ø14/10*** *(Aa=15.4cm²/m)* обострано у доњој половини

13.1.4 Контрола граничних стања употребљивост / Serviceability limit states

Опорци	Карактеристична комбинација (SLS)				Квазистална комбинација (SLS)	
	$N_{y,max}$, $M_{y,max}$, $M_{x,max}$		$N_{y,min}$, $N_{x,min}$			
	врх стуба	дно стуба	врх стуба	дно стуба	врх стуба	дно стуба
Ny [kN/m]	565	1234	74	680	201	953
My [kNm/m]	270	1100	-267	-306	0	427
Mx [kNm/m]	383	228	124	-34	233	140
Nx [kN/m]	-1063	-201	-1678	-557	-1121	-205

13.1.4.1 Контрола напона / Stress control

Услед карактеристичне комбинације оптерећења напон притиска треба ограничити на вредност $k_1 f_{ck}=0.6 f_{ck}=0.6 \cdot 30=18$Mpa, док напон затезања у арматури не треба да буде већи од $k_3 f_{yk}=0.8 f_{yk}=0.8 \cdot 500=400$Mpa (СРПС ЕН 1992-1-1, СРПС ЕН 1992-1-1/НА, 7.2 (2) и (5)).

Претпоставља се да пресеци остају у стању без прслина уколико су напони затезања нижи од вредности $f_{ctm}=2.9$Mpa (СРПС ЕН 1992-2, 7.1(2)).

SLS Loads

P = 1234 kN (+ for compression)
M = 1100 kNm (+ for tension on the bottom)

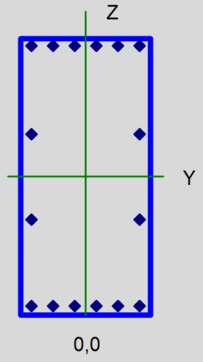
Calculate stresses

Materials

f_{yk} = 500 MPa E_s = 200000 MPa
f_{ck} = 30 MPa Solved
f_{cm} = 38 MPa E_{cm} = 32837 MPa
$f_{ct,eff}=f_{ctm}=0.3 f_{ck}^{(2/3)}$ = 2,90 MPa
Creep factor, Ct = 2
Long term concrete $E_{ctm}= E_{cm}/(1+C_t)$ = 10946 MPa E_s/E_{ctm}= 18,27

Results of SLS analysis

Neutral axis from compression edge, x = 2039,5 mm
Maximum concrete stress, fc.max = 1,17 MPa
Maximum steel stress, fs.max = 8,9 MPa
at y_{st} = 2892,5 mm
Number of bars in tension = 6
Centroid of tensile steel from compr. edge, d = 2892,5 mm
Concrete strain $\varepsilon_c= - f_{c.max}/E_{ctm}$ = -0,0001
Curvature $\varphi = -\varepsilon_c/x$ = 5,2E-08 mm^{-1}



Crack width calculations

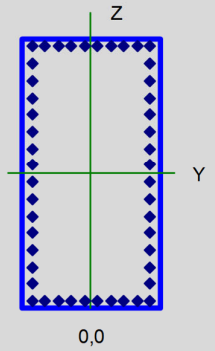
Limiting crack with $W_{k,max}$ = 0,3 mm
bar diameter, d_b = 25 mm
Clear cover, c = 75 mm
Bar spacing S = 150 mm ≤ 5(clr+db/2) = 437,5 mm OK

Услови у погледу ограничења напона су задовољени.

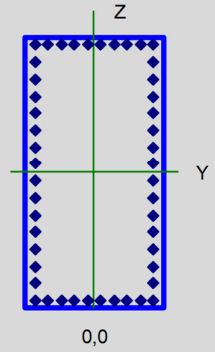
The stress limitations are satisfied.

Лежишна греда

SLS Loads					
	P =	-1678	kN	(+ for compression)	
	M =	124	kNm	(+ for tension on the bottom)	Calculate stresses
Materials					
	f_{yk} =	500	MPa	E_s = 200000	MPa
	f_{ck} =	30	MPa		Solved
	f_{cm} =	38	MPa	E_{cm} = 32837	MPa
	$f_{ct,eff}=f_{ctm}=0.3f_{ck}^{(2/3)}$ =	2,90	MPa		
	Creep factor, Ct =	2			
	Long term concrete $E_{ctm}= E_{cm}/(1+C_t)$ =	10946	MPa	E_s/E_{ctm}= 18,27	
Results of SLS analysis					
	Neutral axis from compression edge, x =	-16556,7	mm		
	Maximum concrete stress, fc.max =	-4,52	MPa		
	Maximum steel stress, fs.max =	97,2	MPa		
	at y_{st} =	2917,5	mm		
	Number of bars in tension =	48			
	Centroid of tensile steel from compr. edge, d =	1500,0	mm		
	Concrete strain $\varepsilon_c= - f_{c.max}/E_{ctm}$ =	0,00041			
	Curvature $\varphi = -\varepsilon_c/x$ =	2,5E-08	mm^{-1}		
Crack width calculations					
	Limiting crack with $W_{k,max}$ =	0,3	mm		
	bar diameter, d_b =	25	mm		
	Clear cover, c =	50	mm		
	Bar spacing S =	100	mm ≤ 5(clr+db/2) =	312,5 mm	OK



SLS Loads					
	P =	-1121	kN	(+ for compression)	
	M =	233	kNm	(+ for tension on the bottom)	Calculate stresses
Materials					
	f_{yk} =	500	MPa	E_s = 200000	MPa
	f_{ck} =	30	MPa		Solved
	f_{cm} =	38	MPa	E_{cm} = 32837	MPa
	$f_{ct,eff}=f_{ctm}=0.3f_{ck}^{(2/3)}$ =	2,90	MPa		
	Creep factor, Ct =	2			
	Long term concrete $E_{ctm}= E_{cm}/(1+C_t)$ =	10946	MPa	E_s/E_{ctm}= 18,27	
Results of SLS analysis					
	Neutral axis from compression edge, x =	-4919,8	mm		
	Maximum concrete stress, fc.max =	-2,53	MPa		
	Maximum steel stress, fs.max =	73,5	MPa		
	at y_{st} =	2917,5	mm		
	Number of bars in tension =	48			
	Centroid of tensile steel from compr. edge, d =	1500,0	mm		
	Concrete strain $\varepsilon_c= - f_{c.max}/E_{ctm}$ =	0,00023			
	Curvature $\varphi = -\varepsilon_c/x$ =	4,7E-08	mm^{-1}		
Crack width calculations					
	Limiting crack with $W_{k,max}$ =	0,3	mm		
	bar diameter, d_b =	25	mm		
	Clear cover, c =	50	mm		
	Bar spacing S =	100	mm ≤ 5(clr+db/2) =	312,5 mm	OK



Bond coefficient	k_1 =	0,8	(0.8 for deformed bars and 1.6 for plain bars)
Strain distribution coefficient	k_2 =	0,5	(0.5 for bending, 1.0 for pure tension)
	k_3 =	3,4	(country specific, recommended 3.4, 1.0 used in earlier code)
	k_4 =	0,425	(country specific, recommended 0.425 , 0.25 used in earlier code)
Load duration coefficient	k_t =	0,4	(0.6 for short term and 0.4 for long term loading)

Total section height, H =	3000,0	mm	
h = min(H,y_{st}+db/2+c) =	2980,0	mm	Section height adjusted for concrete cover
$h_{c,ef}$ = min[2.5(h-d), (h-x)/3] =	2633,3	mm	
$A_{c,eff}$ ($h_{c,ef}$) =	2896575	mm²	
A_{st} =	18612	mm²	
$r_{p,eff}$ = $A_{st}/A_{c,eff}$ =	0,0064		

Max. crack spacing $S_{r,max}=k_3c+k_1k_2k_4d_b/\rho_{p,eff}$ =	831,4	mm			(7.11)
$S_{r,max}$ = 1.3(h-c) =	3835,0	mm	min of =	831,4 mm	(7.14)

e_{sm}, e_{cm} - steel and conc. strains

α_e = E_s/E_{cm} =	6,09				
$e_{sm}-e_{cm}$ = $[f_s-k_t f_{cf,eff}(1+\alpha_e\rho_{p,eff})/\rho_{p,eff}]/E_s$ =	0,00022	(7.9)			
$0.6f_s/E_s$ =	0,00022	max of =	$e_{sm}-e_{cm}$ =	0,000221	
Crack width $W_k=S_{r,max}(e_{sm}-e_{cm})$ =	**0,18 mm**	(7.8)			

Check maximum crack width	**Wk ≤ Wk,max**	**0,18 mm ≤ 0,3 mm**	**OK**

Услови у погледу ограничења напона и карактеристичне ширине прслина су задовољени.

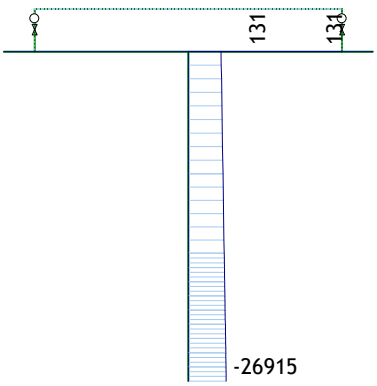
The stress limitations are satisfied.

The maximum crack width limitation is satisfied.

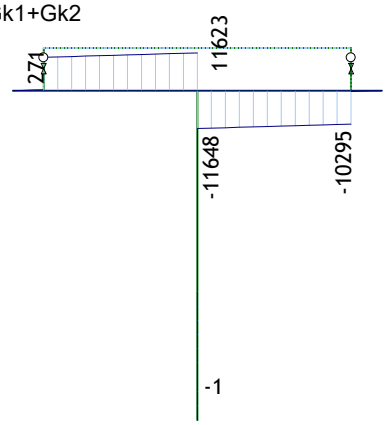
13.2 Средњи стуб / Piers

13.2.1 Статички утицаји / Internal forces and moments

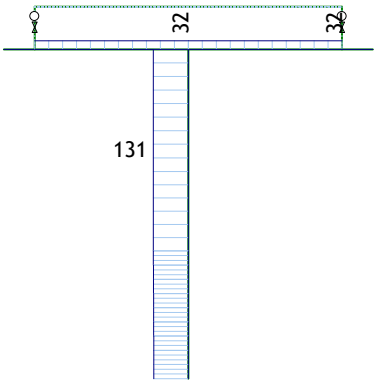
Opt. 16: Gk1+Gk2



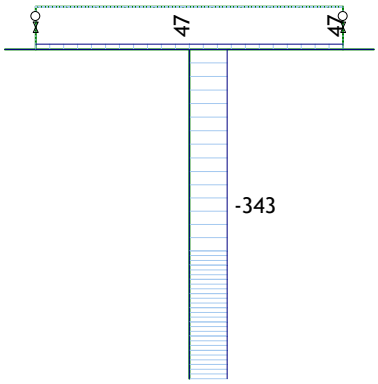
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max N1= 131 / min N1= -26915 kN
Opt. 16: Gk1+Gk2



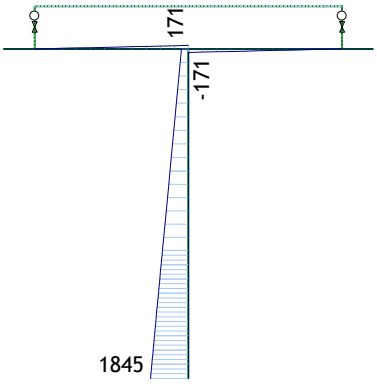
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max T2= 11623 / min T2= -11648 kN
Opt. 16: Gk1+Gk2



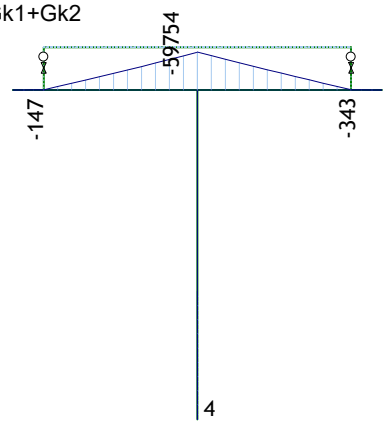
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max T3= 137 / min T3= -141 kN
Opt. 16: Gk1+Gk2



Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M1= 47 / min M1= -343 kNm
Opt. 16: Gk1+Gk2

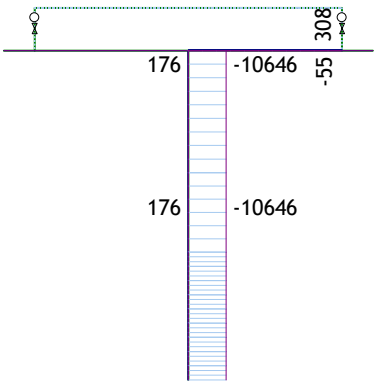


Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M2= 1845 / min M2= -171 kNm
Opt. 16: Gk1+Gk2



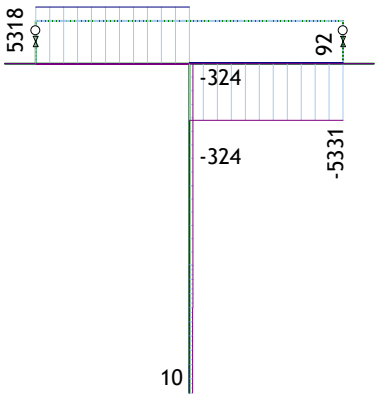
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M3= 1253 / min M3= -59754 kNm

Opt. 62: [Anv] 4-6



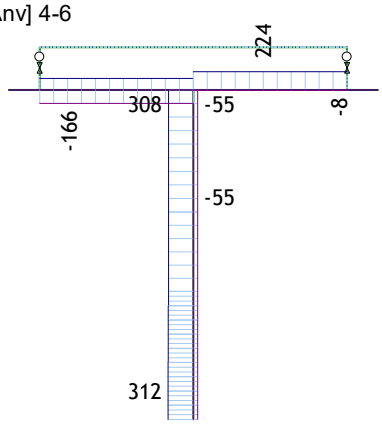
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max N1= 308 / min N1= -10646 kN

Opt. 62: [Anv] 4-6



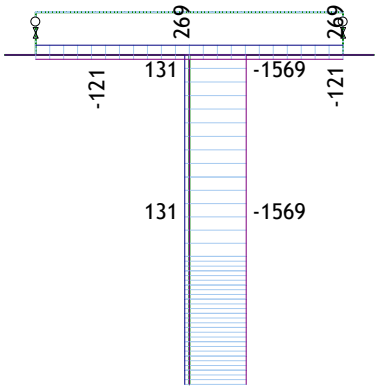
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max T2= 5318 / min T2= -5331 kN

Opt. 62: [Anv] 4-6



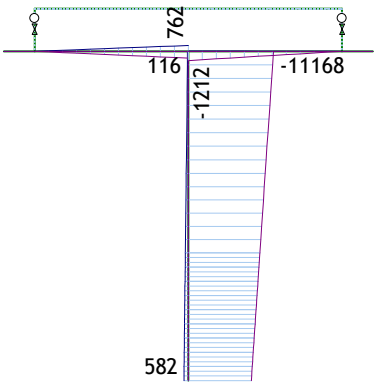
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max T3= 312 / min T3= -166 kN

Opt. 62: [Anv] 4-6

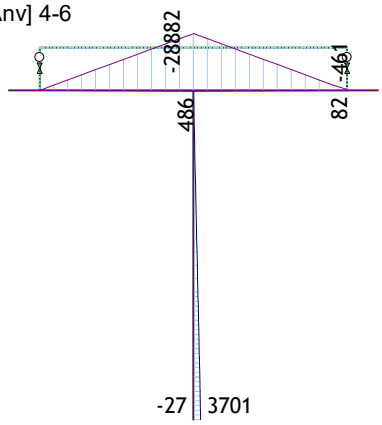


Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M1= 269 / min M1= -1569 kNm

Opt. 62: [Anv] 4-6

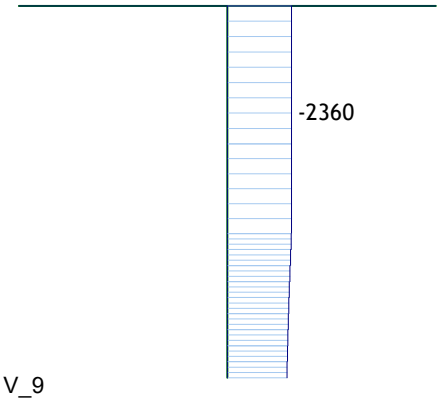


Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M2= 762 / min M2= -11168 kNm



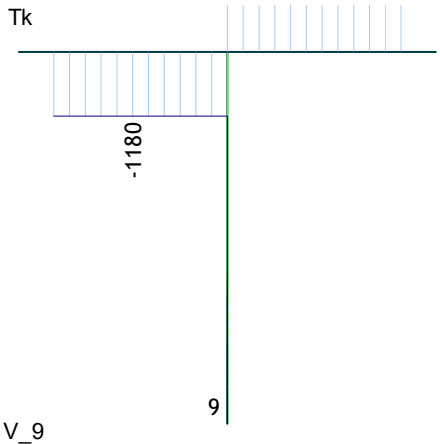
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M3= 3701 / min M3= -28882 kNm

Load 5: Tk



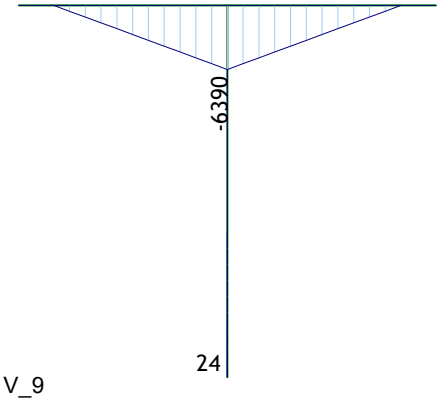
Frame: V_9
Beam Results: max V2= 0 / min V2= -2360 kN

Load 5: Tk



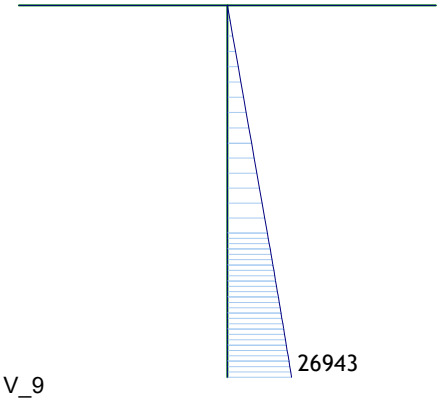
Frame: V_9
Beam Results: max V3= 1180 / min V3= -1180 kN

Load 5: Tk



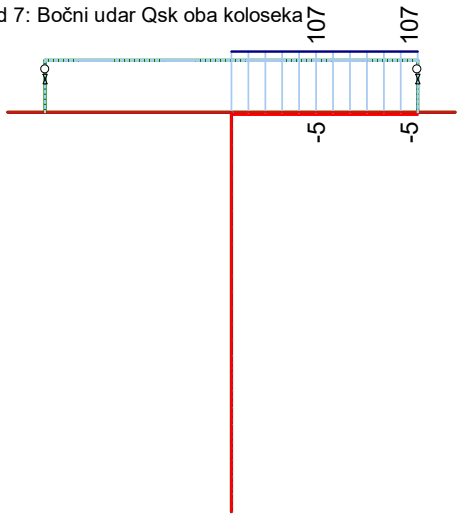
Frame: V_9
Beam Results: max M2= 24 / min M2= -6390 kNm

Load 5: Tk

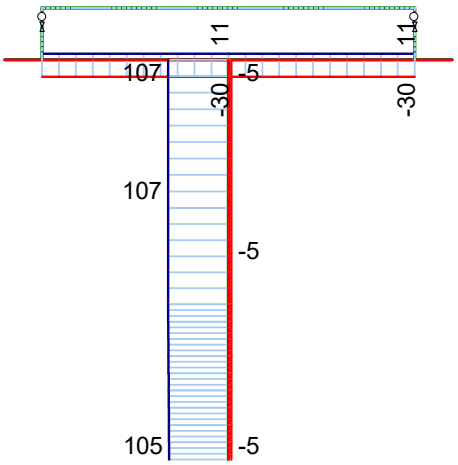


Frame: V_9
Beam Results: max M3= 26943 / min M3= -0 kNm

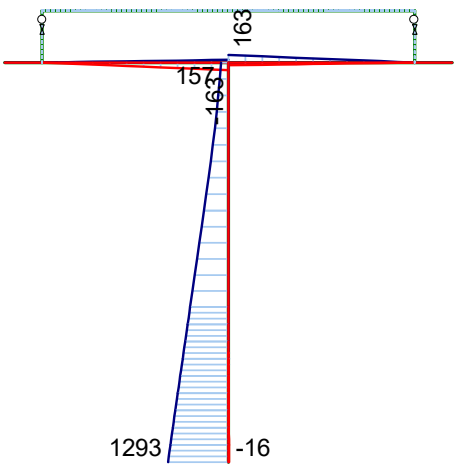
Load 7: Bočni udar Qsk oba koloseka



Frame: V_9
Beam Results: max N1= 107 / min N1= -72 kN
Load 7: Bočni udar Qsk oba koloseka

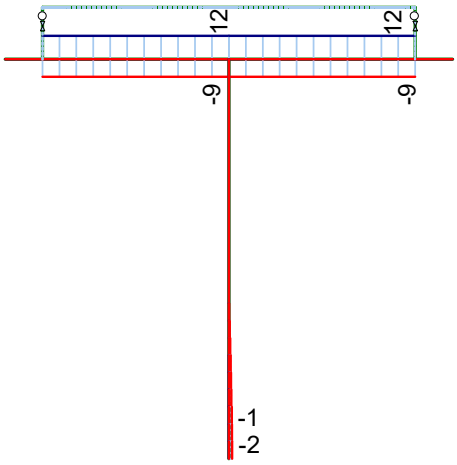


Frame: V_9
Beam Results: max V3= 107 / min V3= -30 kN
Load 7: Bočni udar Qsk oba koloseka

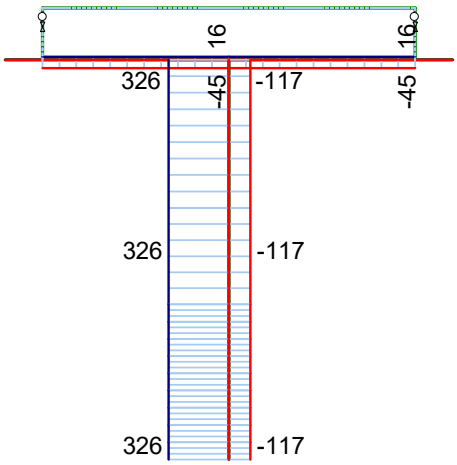


Frame: V_9
Beam Results: max M2= 1293 / min M2= -163 kNm

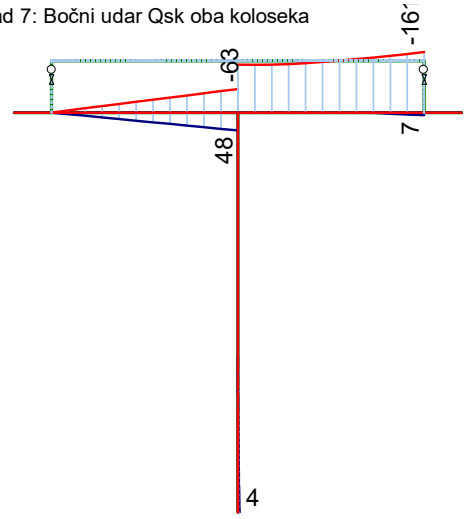
Load 7: Bočni udar Qsk oba koloseka



Frame: V_9
Beam Results: max V2= 30 / min V2= -30 kN
Load 7: Bočni udar Qsk oba koloseka

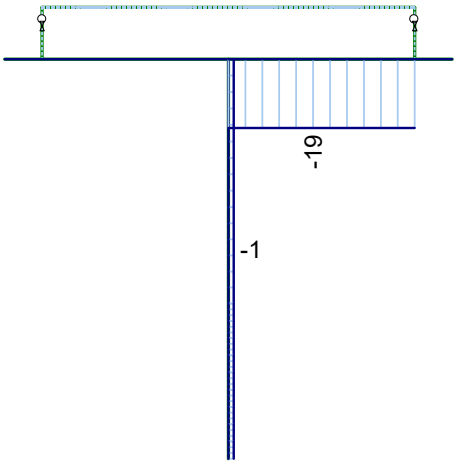


Frame: V_9
Beam Results: max M1= 326 / min M1= -117 kNm
Load 7: Bočni udar Qsk oba koloseka



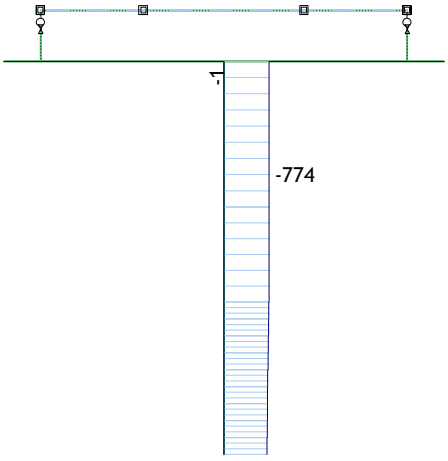
Frame: V_9
Beam Results: max M3= 48 / min M3= -161 kNm

Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



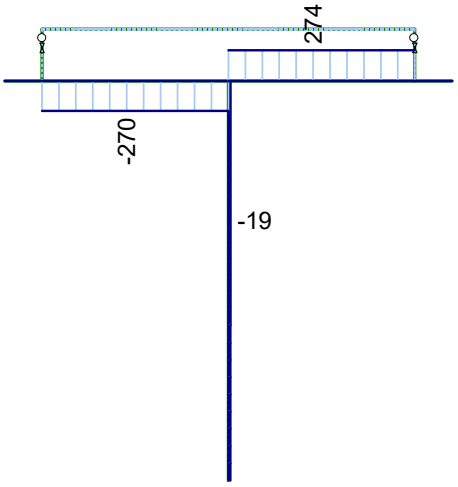
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max N1= 7 / min N1= -19 kN

Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



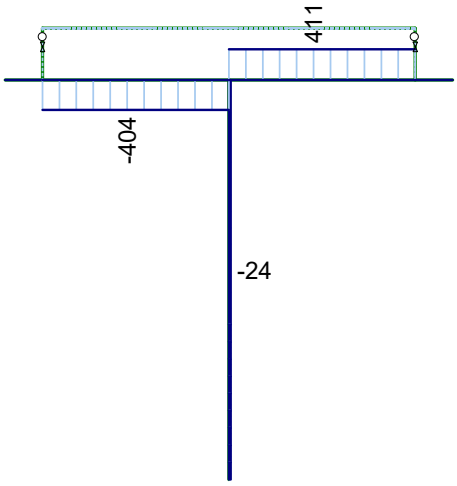
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max T2= 18 / min T2= -774 kN

Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



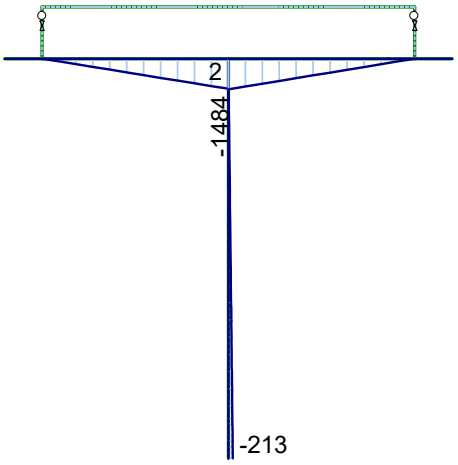
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max T3= 274 / min T3= -270 kN

Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



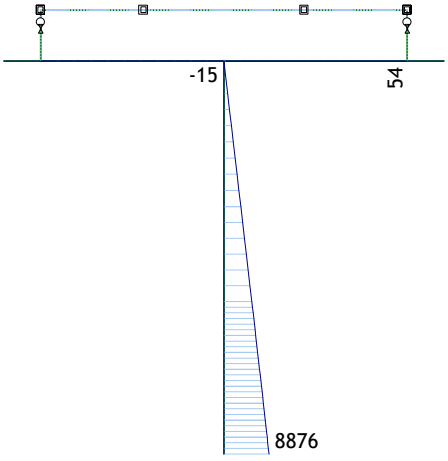
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M1= 411 / min M1= -404 kNm

Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



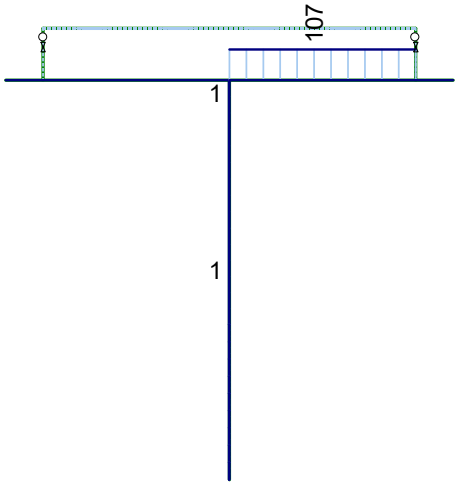
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M2= 5 / min M2= -1484 kNm

Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



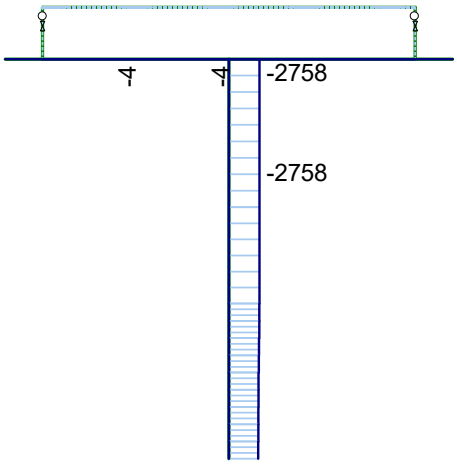
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M3= 8876 / min M3= -27 kNm

Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac



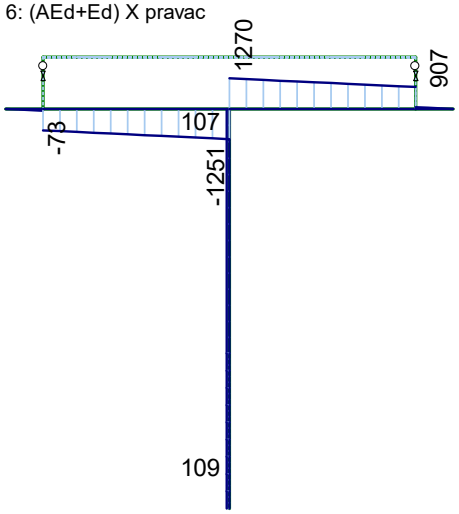
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max N1= 107 / min N1= -60 kN

Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac



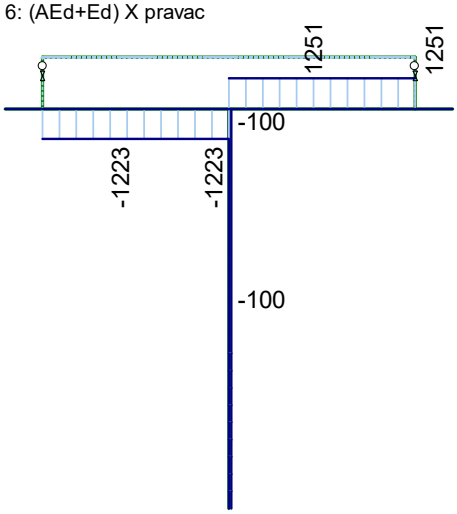
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max T2= 0 / min T2= -2758 kN

Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac



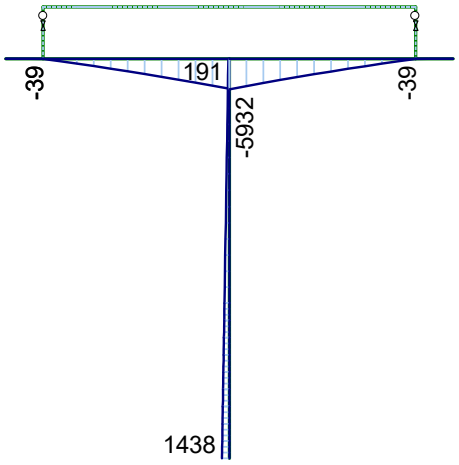
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max T3= 1270 / min T3= -1251 kN

Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac



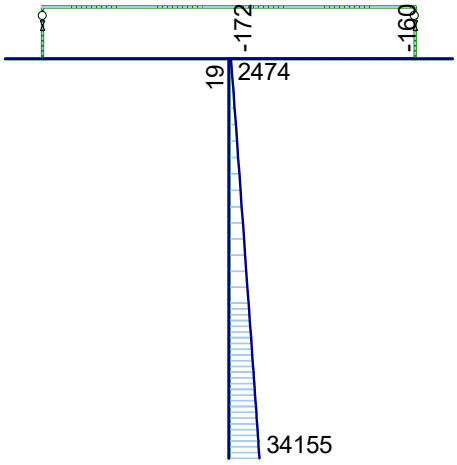
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M1= 1251 / min M1= -1223 kNm

Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac



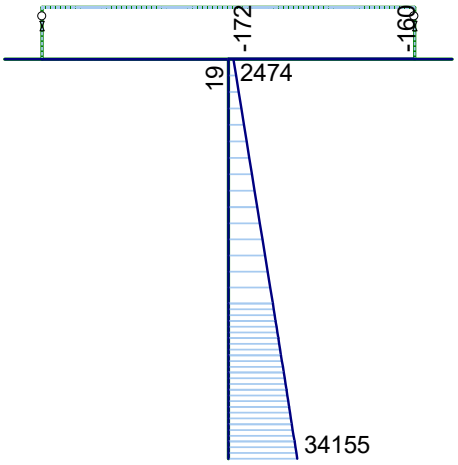
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M2= 1438 / min M2= -5932 kNm

Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac



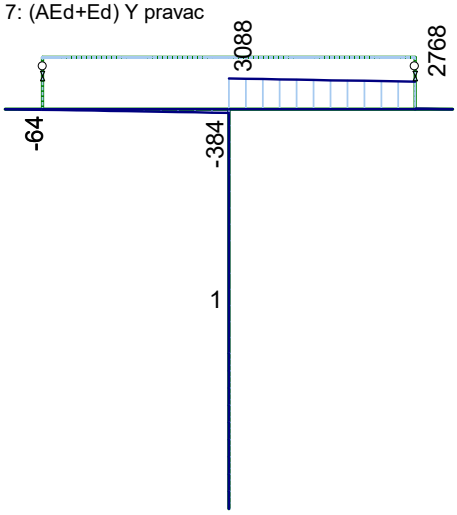
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M3= 34155 / min M3= -172 kNm

Opt. 6: (AEd+Ed) X pravac



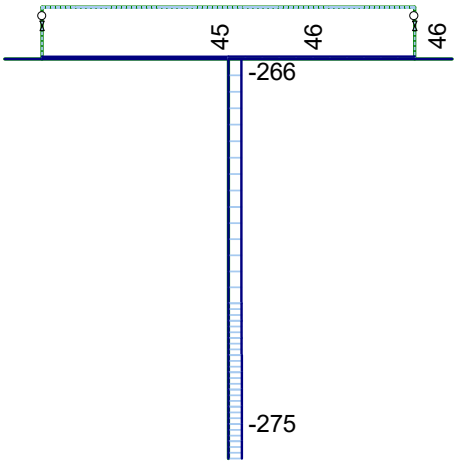
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M3= 34155 / min M3= -172 kNm

Opt. 7: (AEd+Ed) Y pravac



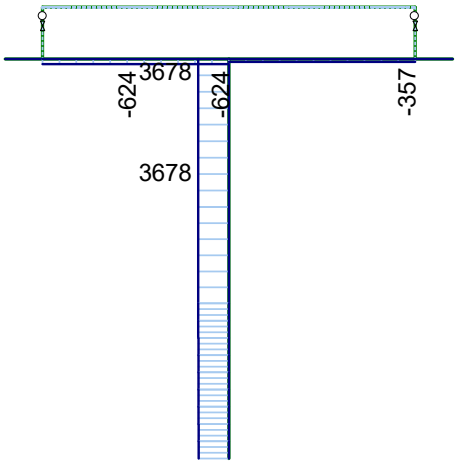
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max N1= 3088 / min N1= -1610 kN

Opt. 7: (AEd+Ed) Y pravac



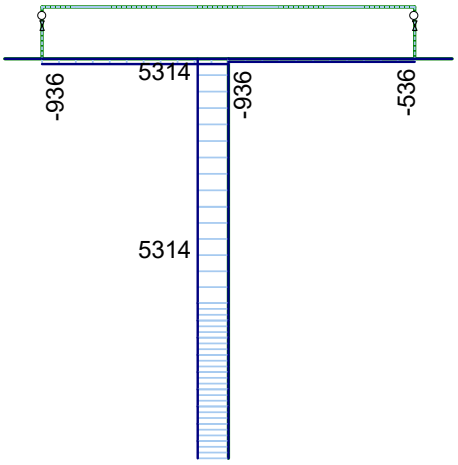
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max T2= 357 / min T2= -624 kN

Opt. 7: (AEd+Ed) Y pravac



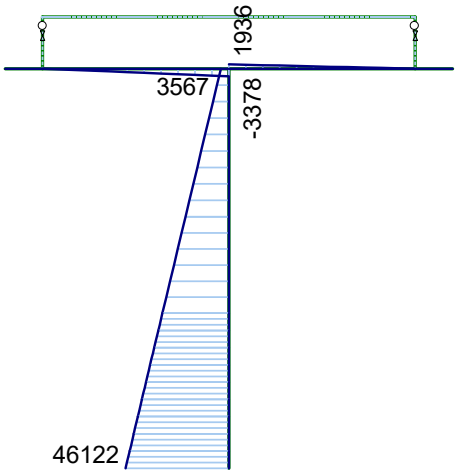
Ram: V_9
Uticaji u gredi: max T3= 3678 / min T3= -624 kN

Opt. 7: (AEd+Ed) Y pravac



Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M1= 5314 / min M1= -936 kNm

Opt. 7: (AEd+Ed) Y pravac



Ram: V_9
Uticaji u gredi: max M2= 46122 / min M2= -3378 kNm

Табеларни приказ меродавних песечних сила – Средњи стуб и лежишна греда

конвенција N "+" сила притиска
M "+" знак одговара дијаграму из TOWER-a

Средњи стубови	$G_{k1}+G_{k2}$		anv/env $Q_{k,1}$				Q_{sk}		T_k		Q_{lak}	
	врх	дно	врх стуба **min/max**		дно стуба **min/max**		врх	дно	врх	дно	врх	дно
N1 [kN]	23271	26915	-176	10646	-176	10646						
V2 [kN]			10	-324	10	-324			2360	2360	774	774
V3 [kN]	131	131	-55	308	-55	312	107	107			19	19
M1 [kNm]	-343	-343	131	-1569	131	-1569	326	326			24	24
M2 [kNm]	336	1845	27	-11168	93	-8260	157	1293			2	213
M3 [kNm]					-27	3701			0	26943	815	8876

Средњи стубови	F_{dx}		F_{dy}		$(A_{Ed}+E_{Ed})$ X		$(A_{Ed}+E_{Ed})$ Y	
	врх	дно	врх	дно	врх	дно	врх	дно
N1 [kN]								
V2 [kN]	0	6010	0	2298	2758	2758	266	275
V3 [kN]	0	6010	0	2298	107	109	3678	3678
M1 [kNm]					100	100	936	936
M2 [kNm]	0	43696	0	16678	191	1438	3567	46122
M3 [kNm]	0	43219	0	16408	2474	34155	400	3517

	Основне комбинације (ULS)						Инцидентне комбинације			
Средњи стубови	**maxN, maxM**		**minN, odgM**		**odgN, maxM2**		**$G+F_{d,x}$**		**$G+F_{d,y}$**	
	врх	дно	врх	дно	врх	дно	врх	дно	врх	дно
N1 [kN]	50094	55014	22962	26606	41949	45593	23271	***26915***	23271	26915
V2 [kN]	3482	3482	3482	3482	-4050	-4050	0	***6010***	0	2298
V3 [kN]	844	851	-93	-93	544	551	131	***6141***	131	2429
M1 [kNm]	-3544	-3544	-441	-441	-3424	-3424	-343	***-343***	-343	-343
M2 [kNm]	-19282	-13509	525	3516	-19399	-14155	336	***45541***	336	18523
M3 [kNm]	1430	40926	1430	39774	-1430	-33328	0	***43219***	0	16408
V [kN]	3583	3585	3483	3483	4087	4088	131	***8593***	131	3344
M [kNm]	19335	43098	1523	39929	19452	36210	336	***62784***	336	24745

	Сеизмичке комбинације			
Средњи стубови	**$G+A_{Ed,x}+0.3A_{Ed,y}$**		**$G+0.3A_{Ed,x}+A_{Ed,y}$**	
	врх стуба	дно стуба	врх стуба	дно стуба
N1 [kN]	23271	26915	23271	26915
V2 [kN]	4018	4021	2273	2282
V3 [kN]	1341	1343	3841	3842
M1 [kNm]	-724	-724	-1309	-1309
M2 [kNm]	1597	17120	3960	48398
M3 [kNm]	2594	48682	1142	27235
V [kN]	4236	4239	4463	4469
M [kNm]	3046	51604	4122	55535

$$V=\sqrt{V_2^2+V_3^2}$$

$$M=\sqrt{M_2^2+M_3^2}$$

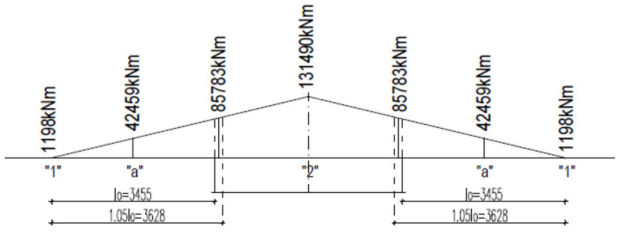
конвенција N "+" сила притиска
M "+" знак одговара дијаграму из TOWER-a
V "+" знак одговара дијаграму из TOWER-a

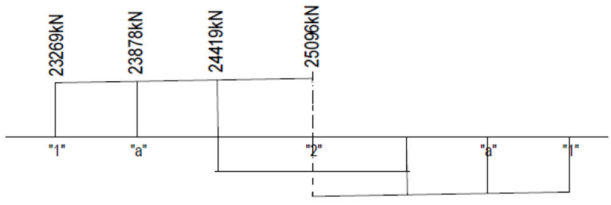
Лежишна греда	$G_{k1}+G_{k2}$		anv/env $Q_{k,1}$				Q_{sk}		T_k		Q_{lak}	
	"1"	2"	"1"		"2"		"1"	"2"	"1"	"2"	"1"	"2"
N1 [kN]	-131	-131	-308	55	-308	55	-107	-107			-19	-19
V2 [kN]	10295	11648	92	5331	92	5331	12	12			4	4
V3 [kN]	32	32	224	-8	224	-8	30	30	1180	1180	274	274
M1 [kNm]	47	47	269	-121	269	-121	45	45			411	411
M2 [kNm]	0	171	0	0	1212	-43	0	163	0	6390	0	1484
M3 [kNm]	-147	-59745	82	-461	486	-28882	-161	-161			28	11

Лежишна греда	$(A_{Ed}+E_{Ed})$ X		$(A_{Ed}+E_{Ed})$ Y	
	"1"	"2"	"1"	"2"
N1 [kN]	-107	-107	-2768	-3088
V2 [kN]			46	46
V3 [kN]	907	1270	624	624
M1 [kNm]	1251	1251	531	5314
M2 [kNm]	39	5932	0	3378
M3 [kNm]	160	172	4056	3810

	Основне комбинације (ULS)				Сеизмичке комбинације			
Лежишна греда	maxM, odgN		odgM, minN		$G+A_{Ed,x}\pm0.3A_{Ed,y}\pm0.5T_k$		$G+0.3A_{Ed,x}\pm A_{Ed,y}\pm0.5Tk$	
	"1"	"2"	"1"	"2"	"1"	"2"	"1"	"2"
N1 [kN]	***-208***	***-208***	-799	-799	-1068	-1164	***-2931***	***-3251***
V2 [kN]	***23269***	***25096***	10474	11827	10309	11662	***10341***	***11694***
V3 [kN]	***1598***	***1598***	1994	1994	1716	2079	***1518***	***1627***
M1 [kNm]	***612***	***612***	1280	1280	1457	2892	***953***	***5736***
M2 [kNm]	***0***	***8653***	0	10795	39	10311	***12***	***8524***
M3 [kNm]	***-1198***	***-131490***	-95	-59014	1230	-58430	***-4251***	***-63607***

Редукција момента савијања и смичућих сила у зони ослонца





13.2.2 Димензинисање / Design

13.2.2.1 Лежишна греда

Меродабни утицаји за димензионисање и минималне и максималне површине арматуре

C30/37	f_{ck}=	3	kN/cm^2	α_{cw}=	1	γ_c=	1.5	γ_{Bd}=	1	cotθ=	2.5
	f_{ctm}=	0.29	kN/cm^2	ν_1=	0.6	γ_s=	1			θ=	21.8
B500B	f_{yk}=	50	kN/cm^2								

Пресек	N_{Ed} [kN]	$V_{2,Ed}$ [kN]	$M_{3,Ed}$ [kNm]	$M_{2,Ed}$ [kNm]	T_{Ed} [kNm]	$V_{3,Ed}$ [kN]	b [cm]	h [cm]	d [cm]	$A_{s,min}$ [cm^2]	$A_{s,max}$ [cm^2]	maxV_{Rd} [kN]	$s_{1,max}$ [cm]	$s_{t,max}$ [cm]	$A_{sw,min}$ [cm^2]	maxT_{Rd} [kN]	$T_{Ed}/T_{Rd,max} + V_{Ed}/V_{Rd,max} \le 1{,}0$
"1"	-208	23269	-1198	0	612	539	352	226	218	116	3069	24291	20	60	20	9602	1.022
"a"	-208	23878	-42459	4326	612	539	400	250	231	139	3696	29249	20	60	22	12270	0.866
"2"	-208	24419	-85783	8653	612	539	500	300	282	213	5640	44634	20	60	28	18869	0.580

$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d$ $A_{s,max} = 0.04 \cdot b \cdot d$ (СРПС ЕН 1992-1-1, 9.2)

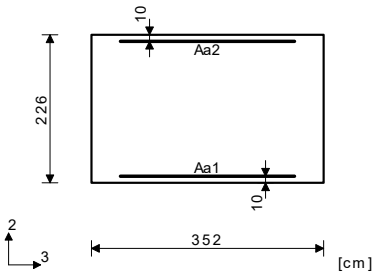
$A_{sw,min} = (0{,}08\sqrt{f_{ck}})/f_{yk} \cdot b \cdot s \cdot \sin\alpha$ (СРПС ЕН 1992-1-1, 9.2.2)

$maxV_{Rd}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta+\tan\theta)$

$s_{1,max}$ и $s_{t,max}$ (СРПС ЕН 1992-1-1/НА, Тачке 2.81 и 2.83)

Osnovne "1"

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
S500H

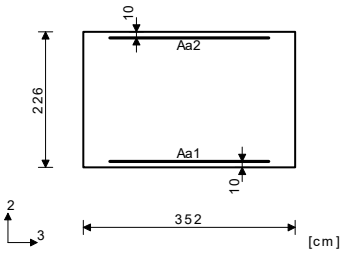


M1ed = 612.00 kNm
M3ed = -1198.00 kNm
N1ed = 208.00 kN

εb/εa = -0.405/25.000 ‰
Aa1 = 0.00 + 5.25` = 5.25 cm²
Aa2 = 15.31 + 5.25` = 20.56 cm²
Aa3 = 0.00 + 3.26` = 3.26 cm²
Aa4 = 0.00 + 3.26` = 3.26 cm²
Aa,uz = 0.00 cm²/m (m=2)
`) - dodatna podužna armatura za prijem torzije.

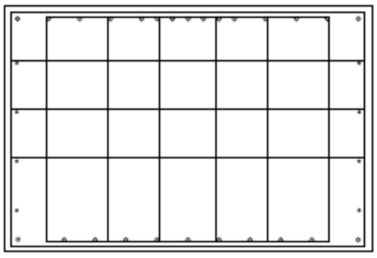
Seizmicke "1"

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
S500H



M1ed = 953.00 kNm
M2ed = 12.00 kNm
M3ed = -4251.00 kNm
N1ed = 2931.00 kN

εb/εa = -0.476/25.000 ‰
Aa1 = 0.00 + 8.17` = 8.17 cm²
Aa2 = 80.57 + 8.17` = 88.74 cm²
Aa3 = 0.00 + 5.07` = 5.07 cm²
Aa4 = 0.00 + 5.07` = 5.07 cm²
Aa,uz = 0.00 cm²/m (m=2)
`) - dodatna podužna armatura za prijem torzije.



Усвојено ***15Ø32***(*Aa=120.6cm²*) у горњој зони
Усвојено ***11Ø32***(*Aa=88.4cm²*) у доњој зони
Усвојено ***±4Ø20***(*Aa=±12.56cm²*) по бочним странама греде

DIMENZIONISANJE PRESEKA - SMICANJE

KARAKTERISTIKE BETONA

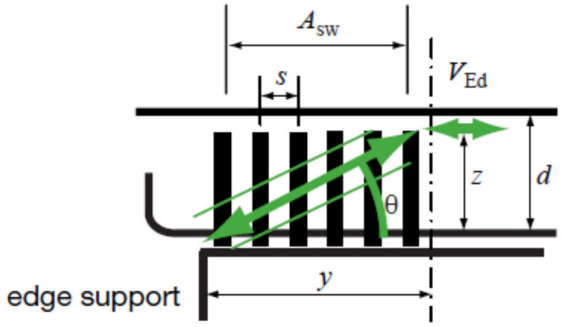
f_{ck} [MPa]	$\alpha_{cc} \leq 1$	γ_c	f_{cd} [MPa]
30	0.85	1.5	17.0

KARAKTERISTIKE ARMATURE

$f_{y\,wk}$ [MPa]	γ_s	$f_{y\,wd}$ [MPa]
500	1.15	434.8

POPREČNI PRESEK

b [cm]	352
h [cm]	226
d_1 [cm]	10
d [cm]	216
d_2 [cm]	10
b_w [cm]	352



SILE SMICANJA

	V [kN]	$\gamma_{G,Q}$	V_{Ed} [kN]
G	23269	1.00	23269.0
Q	0	1.00	0.0
		Σ	23269.0

$$\theta = 0.5 \sin^{-1}\left[\frac{5.56 V_{Ed}}{b_w d\,(1 - f_{ck}/250) f_{ck}}\right]$$

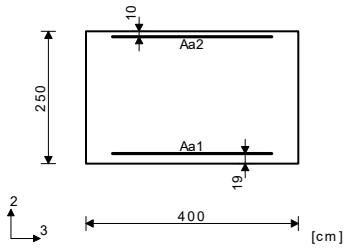
$$V_{Rd,sy} = A_{sw}\, z\, f_{ywd}\, \cot\theta / s$$

v_{Ed} [MPa]	3.40				
θ [°]	17.7	≤ 45 =>	17.7	21.8	
		≥ 21.8 =>	21.8		
cotθ	2.50				
a_{sw1} [cm^2]	1.540				
m (sečnost)	8				
s [cm]	11.2	<	$_{max}s_{l,t}$ [cm]	0.75d	162.0
ρ [%]	0.31	>	$_{min}\rho$ [%]	0.09	

$A_{sw,max}$= 36.96 cm^2

Усвајају се осмосечне узенгије ***Ø14/10***(A_{sw}=24.64cm^2 *на 10cm)*

Osnovne "a"
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
S500H



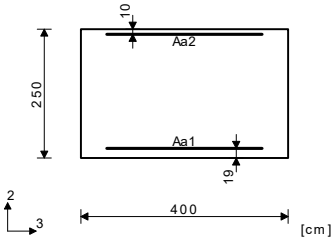
M1ed = 612.00 kNm
M2ed = 4326.00 kNm
M3ed = -42459.00 kNm
N1ed = 208.00 kN

εb/εa = -3.500/19.723 ‰
Aa1 = 0.00 + 4.78` = 4.78 cm²
Aa2 = 431.97 + 4.78` = 436.75 cm²
Aa3 = 0.00 + 2.78` = 2.78 cm²
Aa4 = 0.00 + 2.78` = 2.78 cm²
Aa,uz = 0.00 cm²/m (m=2)
`) - dodatna podužna armatura za prijem torzije.

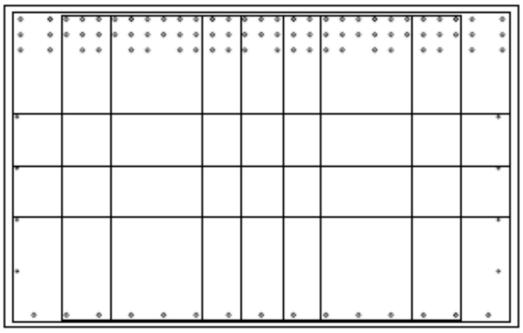
Seizmicke "a"

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
S500H

M1ed = 3345.00 kNm
M2ed = 4268.00 kNm
M3ed = -33929.00 kNm
N1ed = 3091.00 kN



εb/εa = -3.381/25.000 ‰
Aa1 = 0.00 + 26.14` = 26.14 cm²
Aa2 = 374.04 + 26.14` = 400.18 cm²
Aa3 = 0.00 + 15.20` = 15.20 cm²
Aa4 = 0.00 + 15.20` = 15.20 cm²
Aa,uz = 0.00 cm²/m (m=2)
`) - dodatna podužna armatura za prijem torzije.



Усвојено ***80Ø32***(*Aa=643.2cm²*) у горњој зони
Усвојено ***15Ø32***(*Aa=120.6cm²*) у доњој зони
Усвојено ***±4Ø20***(*Aa=±12.56cm²*) по бочним странама греде

DIMENZIONISANJE PRESEKA - SMICANJE

KARAKTERISTIKE BETONA

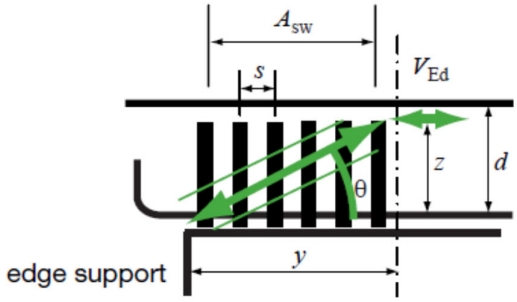
f_{ck} [MPa]	α_{cc}≤1	γ_c	f_{cd} [MPa]
30	0.85	1.5	17.0

KARAKTERISTIKE ARMATURE

f_{ywk} [MPa]	γ_s	f_{ywd} [MPa]
500	1.15	434.8

POPREČNI PRESEK

b [cm]	400
h [cm]	250
d_1 [cm]	19
d [cm]	231
d_2 [cm]	10
b_w [cm]	400



SILE SMICANJA

	V [kN]	$\gamma_{G,Q}$	V_{Ed} [kN]
G	23878	1.00	23878.0
Q	0	1.00	0.0
		Σ	23878.0

$$\theta = 0.5 \sin^{-1}\left[\frac{5.56 V_{Ed}}{b_w d\,(1 - f_{ck}/250) f_{ck}}\right]$$

$$V_{Rd,sy} = A_{sw}\, z\, f_{ywd}\, \cot\theta / s$$

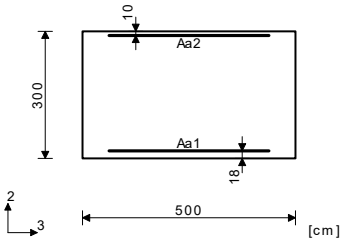
v_{Ed} [MPa]	2.87			
θ [°]	14.7	≤ 45 =>	14.7	21.8
		≥ 21.8 =>	21.8	
cotθ	2.50			
a_{sw1} [cm²]	1.540			
m (sečnost)	10			
s [cm]	14.6	<	$_{max}s_{l,t}$ [cm]	0.75d = 173.3
ρ [%]	0.26	>	$_{min}\rho$ [%]	0.09

$A_{sw,max}$ = 46.92 cm²

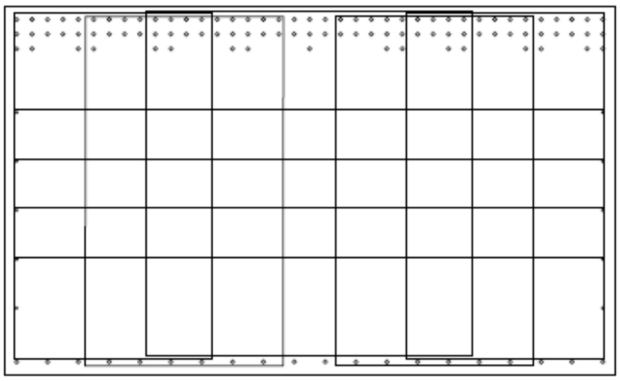
Усвајају се десетосечне узенгије ***Ø14/12.5***(*A_{sw}=30.8cm² на 12.5cm)*

Osnovne "2"
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
S500H

M1ed = 612.00 kNm
M2ed = 8653.00 kNm
M3ed = -85783.00 kNm
N1ed = 208.00 kN



εb/εa = -3.500/17.684 ‰
Aa1 = 0.00 + 4.03` = 4.03 cm²
Aa2 = 725.37 + 4.03` = 729.40 cm²
Aa3 = 0.00 + 2.28` = 2.28 cm²
Aa4 = 0.00 + 2.28` = 2.28 cm²
Aa,uz = 0.00 cm²/m (m=2)
`) - dodatna podužna armatura za prijem torzije.



Усвојено ***95Ø32***(*Aa=763.8cm²*) у горњој зони
Усвојено ***20Ø32***(*Aa=160.8cm²*) у доњој зони
Усвојено ***±5Ø20***(*Aa=±15.7cm²*) по бочним странама греде

DIMENZIONISANJE PRESEKA - SMICANJE

KARAKTERISTIKE BETONA

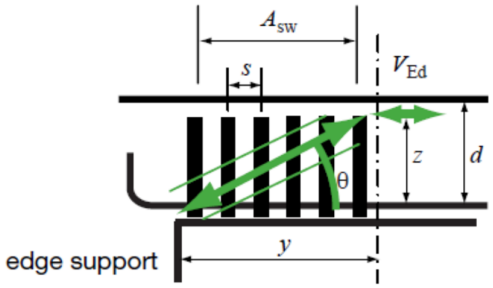
f_{ck} [MPa]	$\alpha_{cc}\leq 1$	γ_c	f_{cd} [MPa]
30	0.85	1.5	17.0

KARAKTERISTIKE ARMATURE

f_{ywk} [MPa]	γ_s	f_{ywd} [MPa]
500	1.15	434.8

POPREČNI PRESEK

b [cm]	500
h [cm]	300
d_1 [cm]	18
d [cm]	282
d_2 [cm]	10
b_w [cm]	500



SILE SMICANJA

	V [kN]	$\gamma_{G,Q}$	V_{Ed} [kN]
G	24419	1.00	24419.0
Q	0	1.00	0.0
		Σ	24419.0

$$\theta = 0.5\sin^{-1}\left[\frac{5.56V_{Ed}}{b_w d\,(1-f_{ck}/250)f_{ck}}\right]$$

$$V_{Rd,sy} = A_{sw}\, z\, f_{ywd}\cot\theta/s$$

v_{Ed} [MPa]	1.92			
θ [°]	9.6	≤ 45 =>	9.6	21.8
		≥ 21.8 =>	21.8	
cotθ	2.50			
a_{sw1} [cm²]	1.540			
m (sečnost)	10			
s [cm]	17.4	<	$_{max}s_{l,t}$ [cm]	0.75d 211.5
ρ [%]	0.18	>	$_{min}\rho$ [%]	0.09

$A_{sw,max}$= 70.38 cm²

Усвајају се деветосечне узенгије ***Ø14/15***(*A_{sw}=30.8cm² на 15cm)*

13.2.2.2 Стуб

Подужна (вертикална) арматура стубова (СРПС ЕН 1992-1-1,9.5, /НА тачке 2.86 и 2.87)

$$A_{s,min} = \max\left(\frac{0.15 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}};\ 0.003A_c\right) = 377cm^2$$

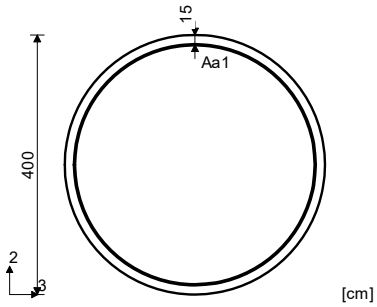
$s_{c1,max} = 30cm$ (СРПС ЕН 1992-1-1,9.5, /НА тачка 2.88)

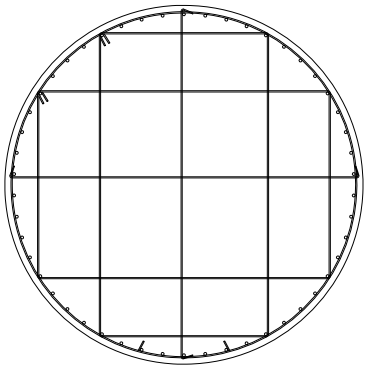
$$\lambda_{min} = 20 \cdot 0.7 \cdot 1.1 \cdot 0.7 / \sqrt{(50750/125664 \cdot 1.7)} = 22$$

$$\lambda = \frac{2 \cdot 860}{\sqrt{\frac{200^4 \cdot \pi / 4}{200^2 \cdot \pi}}} = 17.2 < \lambda_{min}$$ - утицаји другог реда могу да се занемаре

$$\eta_k = \frac{26915}{200^2 \cdot \pi \cdot 3} = 0.07 < 0.08$$

Incidentne-dno
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30 (γC = 1.20, γS = 1.00)
S500N





M1u = 368 kNm
M2u = 45532 kNm
M3u = 43219 kNm
N1u = -23757 kN
T2u = 6146 kN
T3u = 6010 kN

εb/εa = -3.500/12.334 ‰
Aa1 = 322.22 + 3.98` = 326.20 cm2
Aa2 = 0.00 + 0.00` = 0.00 cm2
Aa3 = 0.00 + 0.00` = 0.00 cm2
Aa4 = 0.00 + 0.00` = 0.00 cm2
Aa,uz = 24.88 cm2/m (m=2)
`) - dodatna podužna armatura za prijem torzije.

Усваја се ***50Ø32***
(Aa=401.92cm²/m) по обиму стуба
Усвајају се узенгије ***2UØ14/20*** *(Aa=30.8cm²/m)*
Узенгије по обиму пресека ***U14/20***

13.2.3 Контрола носивости стуба / Design resistance

13.2.3.1 Носивост на савијање са аксијалном силом / Bending with axial force

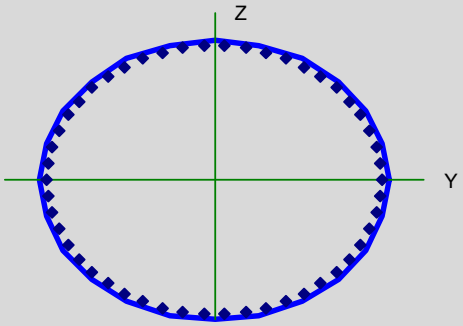
Materials:

f_{ck} =	30	MPa	E_{cm} =	32,8 GPa
f_{yk} =	500	MPa	E_s =	200 GPa
γ_c =	1,5			
γ_s =	1,15			
a_{CC} =	0,85			

Section Properties:

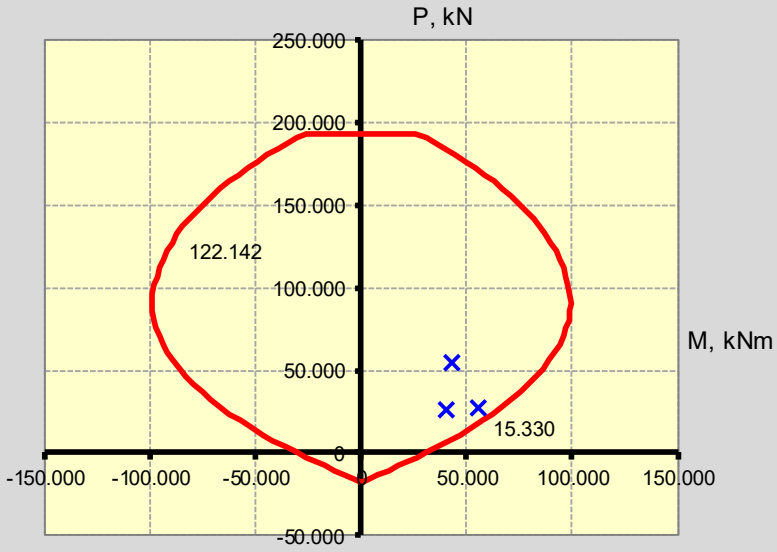
Diameter = 4000 mm

Concrete section		Transformed section	
A_C =	1,3E+07 mm²	A_T =	12771020 mm²
I_C =	1,3E+13 mm⁴	I_T =	1,29E+13 mm⁴
Y_{bC} =	2000 mm	Y_{bT} =	2000 mm



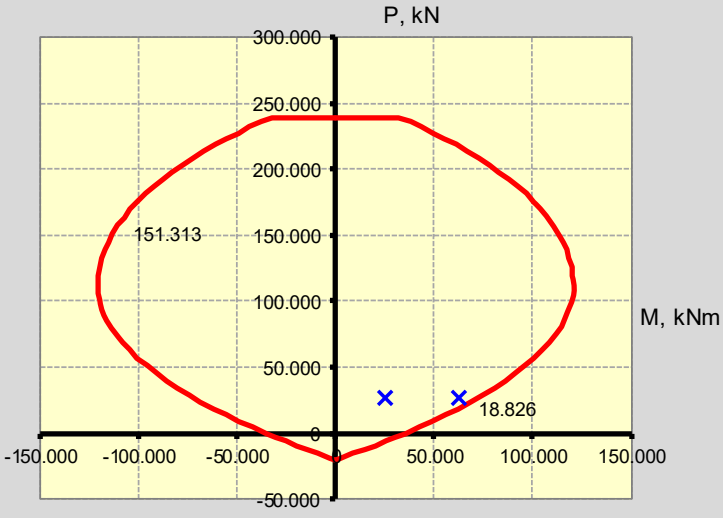
Reinforcing bars:

Bar Diameter =	32	mm
No.bars =	50	(< 300)
Σ(As) =	40200	mm²
ΣAs/Ac =	0,0032	
Concrete cover =	50	mm
Spiral/Stirrup dia. =	14	mm



Positive moment corresponds to tension in bottom fibers of the section
Positive axial force is compressive force

Load Description	Factored Loads P_u kN	Factored Loads M_u kNm	Capacity M_{Rdy} kNm	M_u/M_{Rdy}
Основне комб - maxN,M	55014	43098	88609	0,49
Основне комб - minN odgM	26606	39929	65335	0,61
Сеизмицке комб	26915	55535	65664	0,85



Positive moment corresponds to tension in bottom fibers of the section
Positive axial force is compressive force

Materials:		
f_{ck} =	30	MPa
f_{yk} =	500	MPa
γ_c =	1,2	
γ_s =	1	
a_{CC} =	0,85	

Load Description	Factored Loads P_u kN	Factored Loads M_u kNm	Capacity M_{Rdy} kNm	M_u/M_{Rdy}
Инцидентне комб	26915	62784	72025	0,87
Инцидентне комб	26915	24754	72025	0,34

13.2.4 Контрола граничних стања употребљивост / Serviceability limit states

13.2.4.1 Контрола напона и карактеристичне ширине прслина / Stress and Crack control

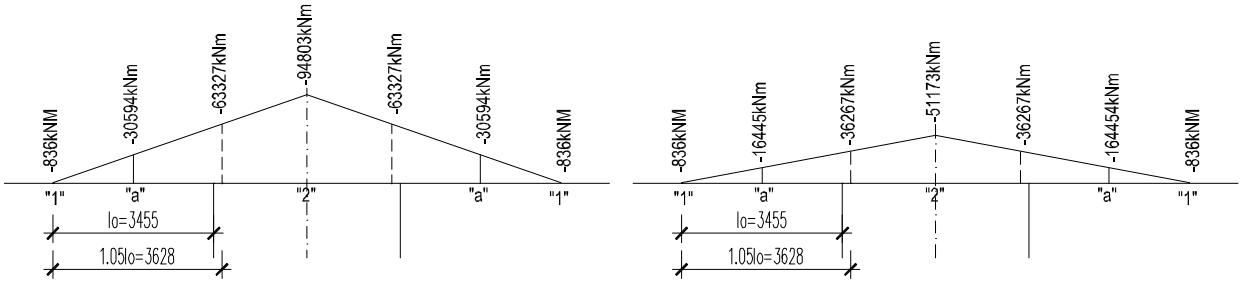
Услед карактеристичне комбинације оптерећења напон притиска треба ограничити на вредност $k_1 f_{ck}=0.6 f_{ck}=0.6 \cdot 30=18$Mpa, док напон затезања у арматури не треба да буде већи од $k_3 f_{yk}=0.8 f_{yk}=0.8 \cdot 500=400$Mpa (СРПС ЕН 1992-1-1, СРПС ЕН 1992-1-1/НА, 7.2 (2) и (5)).

Услед квазисталне комбинације оптерећења напон притиска треба ограничити на вредност $k_2 f_{ck}=0.45 f_{ck}=0.45 \cdot 30=13.5$Mpa, док карактеристична ширина прслина треба бити мања од 0.3mm (СРПС ЕН 1992-1-1, СРПС ЕН 1992-1-1/НА, 7.2 (3) и 7.3 Табела 7.1N).

Лежишна греда

Лежишна греда	Карактеристична комбинација (SLS)				Квазистална комбинација (SLS)	
	maxM, odgN		**odgM, minN**			
	"1"	**"2"**	**"1"**	**"2"**	**"1"**	**2"**
N1 [kN]	-106	***-106***	-591	-591	-136	***-136***
V2 [kN]	16748	***18101***	10418	11771	8708	***10062***
V3 [kN]	-291	***-291***	653	653	34	***34***
M1 [kNm]	-569	***-569***	897	897	51	***51***
M2 [kNm]	0	***-1578***	0	3532	0	***184***
M3 [kNm]	-836	***-94803***	-111	-59241	-351	***-51173***

Редукција момента савијања изнад ослонца



Пресек "2"

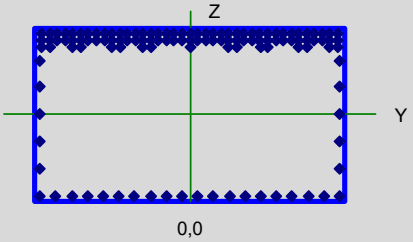
Materials:

f_{ck} =	30	MPa	E_{cm} =	32,8	GPa
f_{yk} =	500	MPa	E_s =	200	GPa
γ_c =	1,5				
γ_s =	1,15				
a_{CC} =	0,85				

Section Properties:

Height = 3000 mm Width = 5000 mm

Concrete section			Transformed section		
A_C =	1,5E+07	mm²	A_T =	15486678	mm²
I_C =	1,1E+13	mm⁴	I_T =	1,21E+13	mm⁴
Y_{bC} =	1500	mm	Y_{bT} =	1525,526	mm



Reinforcing bars:

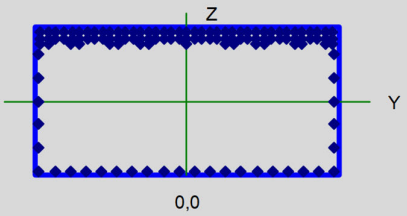
No.bars =	125	(< 300)
Σ(As) =	95600	mm²
ΣAs/Ac =	0,00637	
Concrete cover =	50	mm
Spiral/Stirrup dia. =	16	mm

SLS Loads					
	P =	-106	kN	(+ for compression)	
	M =	-63327	kNm	(+ for tension on the bottom)	Calculate stresses
Materials					
	f_{yk} =	500	MPa	E_s = 200000	MPa
	f_{ck} =	30	MPa		Solved
	f_{cm} =	38	MPa	E_{cm} = 32837	MPa
	$f_{ct,eff}=f_{ctm}=0.3f_{ck}^{(2/3)}$ =	2,90	MPa		
	Creep factor, Ct =	1,5			
	Long term concrete $E_{ctm}= E_{cm}/(1+C_t)$ =	13135	MPa	E_s/E_{ctm}= 15,23	

Results of SLS analysis		
Neutral axis from compression edge, x =	905,8	mm
Maximum concrete stress, fc.max =	10,10	MPa
Maximum steel stress, fs.max =	341,8	MPa
at y_{st} =	2918	mm
Number of bars in tension =	103	
Centroid of tensile steel from compr. edge, d =	2780,8	mm
Concrete strain $\varepsilon_c= - f_{c.max}/E_{ctm}$ =	-0,0008	
Curvature $\varphi = -\varepsilon_c/x$ =	8,5E-07	mm^{-1}

SLS Loads					
	P =	-136	kN	(+ for compression)	
	M =	-36267	kNm	(+ for tension on the bottom)	Calculate stresses
Materials					
	f_{yk} =	500	MPa	E_s = 200000	MPa
	f_{ck} =	30	MPa		Solved
	f_{cm} =	38	MPa	E_{cm} = 32837	MPa
	$f_{ct,eff}=f_{ctm}=0.3f_{ck}^{(2/3)}$ =	2,90	MPa		
	Creep factor, Ct =	1,5			
	Long term concrete $E_{ctm}= E_{cm}/(1+C_t)$ =	13135	MPa	E_s/E_{ctm}= 15,23	

Results of SLS analysis		
Neutral axis from compression edge, x =	903,9	mm
Maximum concrete stress, fc.max =	5,78	MPa
Maximum steel stress, fs.max =	196,2	MPa
at y_{st} =	2918	mm
Number of bars in tension =	103	
Centroid of tensile steel from compr. edge, d =	2780,8	mm
Concrete strain $\varepsilon_c= - f_{c.max}/E_{ctm}$ =	-0,0004	
Curvature $\varphi = -\varepsilon_c/x$ =	4,9E-07	mm^{-1}



Crack width calculations					
Limiting crack with $W_{k,max}$ =	0,3	mm			
bar diameter, d_b =	32	mm			
Clear cover, c =	50	mm			
Bar spacing S =	126	mm	≤ 5(clr+db/2) = 330	mm	OK
Bond coefficient	k_1 =	0,8	(0.8 for deformed bars and 1.6 for plain bars)		
Strain distribution coefficient	k_2 =	0,5	(0.5 for bending, 1.0 for pure tension)		
	k_3 =	3,4	(country specific, recommended 3.4, 1.0 used in earlier code)		
	k_4 =	0,425	(country specific, recommended 0.425 , 0.25 used in earlier code)		
Load duration coefficient	k_t =	0,4	(0.6 for short term and 0.4 for long term loading)		
Total section height, H =	3000,0	mm			
h = min(H,y_{st}+db/2+c) =	2984,0	mm	Section height adjusted for concrete cover		
$h_{c,ef}$ = min[2.5(h-d), (h-x)/3] =	507,9	mm			
$A_{c,eff}$ ($h_{c,ef}$) =	2539657	mm^2			
A_{st} =	78892	mm^2			
$r_{p,eff} = A_{st}/A_{c,eff}$ =	0,0311				

Max. crack spacing $S_{r,max}=k_3c+k_1k_2k_4d_b/\rho_{p,eff}$ =	345,1 mm			(7.11)
$S_{r,max}$ = 1.3(h-c) =	3835,0 mm	min of =	345,1 mm	(7.14)

e_{sm}, e_{cm} - steel and conc. strains

$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,09			
$e_{sm}-e_{cm} = [f_s-k_tf_{cf,eff}(1+\alpha_e\rho_{p,eff})/\rho_{p,eff}]/E_s$ =	0,00076	(7.9)		
$0.6f_s/E_s$ =	0,00059	max of =	$e_{sm}-e_{cm}$ =	0,000759
Crack width $W_k=S_{r,max}(e_{sm}-e_{cm})$ =	**0,26 mm**	(7.8)		

Check maximum crack width	**Wk ≤ Wk,max**	**0,26 mm ≤ 0,3 mm**	**OK**

Пресек "a"

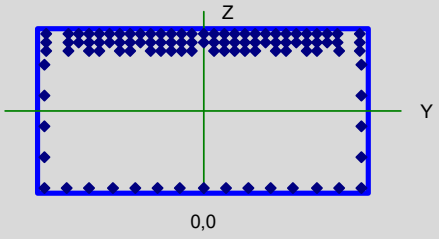
Materials:

f_{ck} =	30 MPa	E_{cm} =	32,8 GPa
f_{yk} =	500 MPa	E_s =	200 GPa
γ_c =	1,5		
γ_s =	1,15		
a_{CC} =	0,85		

Section Properties:

Height = 2500 mm Width = 4000 mm

Concrete section		Transformed section	
A_C =	1E+07 mm²	A_T =	10401621 mm²
I_C =	5,2E+12 mm⁴	I_T =	5,65E+12 mm⁴
Y_{bC} =	1250 mm	Y_{bT} =	1276,066 mm



Reinforcing bars:

No.bars =	103 (< 300)
Σ(As) =	78892 mm²
ΣAs/Ac =	0,00789
Concrete cover =	50 mm
Spiral/Stirrup dia. =	16 mm

SLS Loads

P = -106 kN (+ for compression)

M = -30594 kNm (+ for tension on the bottom)

Calculate stresses

Solved

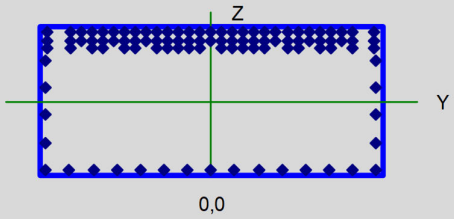
Materials

f_{yk} =	500 MPa	E_s =	200000 MPa
f_{ck} =	30 MPa		
f_{cm} =	38 MPa	E_{cm} =	32837 MPa
$f_{ct,eff}=f_{ctm}=0.3f_{ck}^{(2/3)}$ =	2,90 MPa		
Creep factor, Ct =	1,5		
Long term concrete $E_{ctm}= E_{cm}/(1+C_t)$ =	13135 MPa	E_s/E_{ctm}=	15,23

Results of SLS analysis

Neutral axis from compression edge, x =	815,8	mm
Maximum concrete stress, fc.max =	8,35	MPa
Maximum steel stress, fs.max =	249,7	MPa
at y_{st} =	2418	mm
Number of bars in tension =	86	
Centroid of tensile steel from compr. edge, d =	2273,9	mm
Concrete strain $\varepsilon_c = -f_{c.max}/E_{ctm}$ =	-0,0006	
Curvature $\varphi = -\varepsilon_c/x$ =	7,8E-07	mm⁻¹

SLS Loads					
	P =	-136	kN	(+ for compression)	
	M =	-16445	kNm	(+ for tension on the bottom)	Calculate stresses
Materials					
	f_{yk} =	500	MPa	E_s = 200000	MPa
	f_{ck} =	30	MPa		Solved
	f_{cm} =	38	MPa	E_{cm} = 32837	MPa
	$f_{ct,eff}=f_{ctm}=0.3f_{ck}^{(2/3)}$ =	2,90	MPa		
	Creep factor, Ct =	1,5			
	Long term concrete $E_{ctm}= E_{cm}/(1+C_t)$ =	13135	MPa	E_s/E_{ctm}= 15,23	
Results of SLS analysis					
	Neutral axis from compression edge, x =	812,6	mm		
	Maximum concrete stress, fc.max =	4,48	MPa		
	Maximum steel stress, fs.max =	134,8	MPa		
	at y_{st} =	2418	mm		
	Number of bars in tension =	86			
	Centroid of tensile steel from compr. edge, d =	2273,9	mm		
	Concrete strain $\varepsilon_c= - f_{c.max}/E_{ctm}$ =	-0,0003			
	Curvature $\varphi = -\varepsilon_c/x$ =	4,2E-07	mm^{-1}		



Crack width calculations						
	Limiting crack with $W_{k,max}$ =	0,3	mm			
	bar diameter, d_b =	32	mm			
	Clear cover, c =	50	mm			
	Bar spacing S =	126	mm	≤ 5(clr+db/2) = 330	mm	OK
Bond coefficient	k_1 =	0,8		(0.8 for deformed bars and 1.6 for plain bars)		
Strain distribution coefficient	k_2 =	0,5		(0.5 for bending, 1.0 for pure tension)		
	k_3 =	3,4		(country specific, recommended 3.4, 1.0 used in earlier code)		
	k_4 =	0,425		(country specific, recommended 0.425 , 0.25 used in earlier code)		
Load duration coefficient	k_t =	0,4		(0.6 for short term and 0.4 for long term loading)		
	Total section height, H =	2500,0	mm			
	h = min(H,y_{st}+db/2+c) =	2484,0	mm	Section height adjusted for concrete cover		
	$h_{c,ef}$ = min[2.5(h-d), (h-x)/3] =	525,3	mm			
	$A_{c,eff}$ ($h_{c,ef}$) =	2101230	mm^2			
	A_{st} =	66204	mm^2			
	$r_{p,eff}$ = $A_{st}/A_{c,eff}$ =	0,0315				
Max. crack spacing	$S_{r,max}=k_3c+k_1k_2k_4d_b/\rho_{p,eff}$ =	342,7	mm			(7.11)
	$S_{r,max}$ = 1.3(h-c) =	3185,0	mm	min of = 342,7	mm	(7.14)
e_{sm}, e_{cm} - steel and conc. strains						
	$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ =	6,09				
	$e_{sm}-e_{cm} = [f_s-k_tf_{cf,eff}(1+\alpha_e\rho_{p,eff})/\rho_{p,eff}]/E_s$ =	0,00045		(7.9)		
	$0.6f_s/E_s$ =	0,0004		max of = $e_{sm}-e_{cm}$ = 0,000455		
	Crack width $W_k=S_{r,max}(e_{sm}-e_{cm})$ =	**0,16**	**mm**	(7.8)		
Check maximum crack width	**Wk ≤ Wk,max**	**0,16 mm**	**≤ 0,3 mm**			**OK**

Услови у погледу ограничења напона и карактеристичне ширине прслина су задовољени.

The stress limitations are satisfied.

The maximum crack width limitation is satisfied.

Стуб

Средњи стубови	Карактеристична комбинација (SLS)					
	maxN, maxM		**minN, odgM**		**odgN, maxM2**	
	врх	дно	врх	дно	врх	дно
N1 [kN]	36153	**39797**	23058	26702	36153	39797
V2 [kN]	1961	1961	2365	2365	-2745	-2745
V3 [kN]	527	532	152	152	416	421
M1 [kNm]	-2212	-2212	42	42	-2468	-2468
M2 [kNm]	-13175	-7892	466	2998	-13275	-9190
M3 [kNm]	986	31384	986	26873	-986	-22428
V [kN]	2030	2031	2370	2370	2776	2777
M [kNm]	13212	**32361**	1091	27040	13311	24237

SLS Loads

P = 39797 kN (+ for compression)

M = 32361 kNm (+ for tension on the bottom)

Calculate stresses

Solved

Materials

f_{yk} = 500 MPa E_s = 200000 MPa

f_{ck} = 30 MPa

f_{cm} = 38 MPa E_{cm} = 32837 MPa

$f_{ct,eff}=f_{ctm}=0.3f_{ck}^{(2/3)}$ = 2,90 MPa

Creep factor, Ct = 1,5

Long term concrete $E_{ctm}= E_{cm}/(1+C_t)$ = 13135 MPa E_s/E_{ctm} = 15,23

Results of SLS analysis

Neutral axis from compression edge, x = 3098,4 mm

Maximum concrete stress, fc.max = 8,11 MPa

Maximum steel stress, fs.max = 32,6 MPa

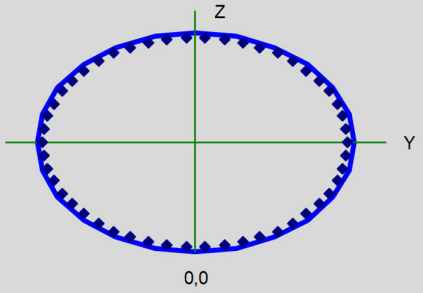
at y_{st} = 3916,21 mm

Number of bars in tension = 16

Centroid of tensile steel from compr. edge, d = 3613,6 mm

Concrete strain $\varepsilon_c= - f_{c.max}/E_{ctm}$ = -0,0006

Curvature $\varphi = -\varepsilon_c/x$ = 2E-07 mm^{-1}



Crack width calculations

Limiting crack with $W_{k,max}$ = 0,3 mm

bar diameter, d_b = 28 mm

Clear cover, c = 110 mm

Bar spacing S = 130 mm ≤ 5(clr+db/2) = 620 mm OK

Bond coefficient k_1 = 1,6 (0.8 for deformed bars and 1.6 for plain bars)

Strain distribution coefficient k_2 = 0,5 (0.5 for bending, 1.0 for pure tension)

k_3 = 3,4 (country specific, recommended 3.4, 1.0 used in earlier code)

k_4 = 0,425 (country specific, recommended 0.425 , 0.25 used in earlier code)

Load duration coefficient k_t = 0,4 (0.6 for short term and 0.4 for long term loading)

Max. crack spacing $S_{r,max}=k_3c+k_1k_2k_4d_b/\rho_{p,eff}$ = 691,7 mm (7.11)

$S_{r,max}$ = 1.3(h-c) = 5057,0 mm | min of = 691,7 mm (7.14)

e_{sm}, e_{cm} - steel and conc. strains

$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ = 6,09

$e_{sm}-e_{cm} = [f_s-k_tf_{cf,eff}(1+\alpha_e\rho_{p,eff})/\rho_{p,eff}]/E_s$ = 9,8E-05 (7.9)

$0.6f_s/E_s$ = 9,8E-05 | max of = $e_{sm}-e_{cm}$ = 9,78E-05

Crack width $W_k=S_{r,max}(e_{sm}-e_{cm})$ = 0,07 mm (7.8)

Check maximum crack width Wk ≤ Wk,max 0,07 mm ≤ 0,3 mm OK

Услови у погледу ограничења напона су задовољени.

The stress limitations are satisfied.

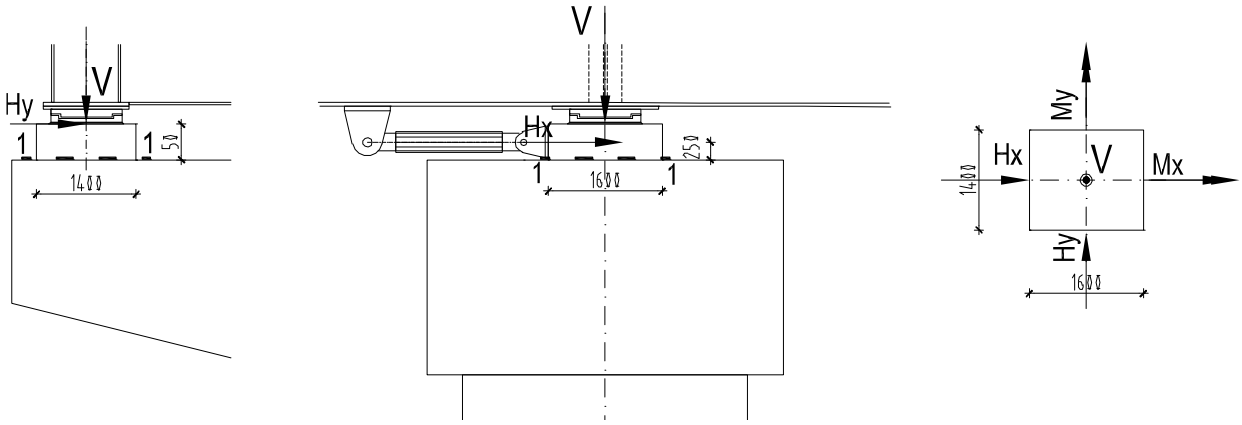
13.3 Веза квадера и лежишне греде / Bearing pedestal-Bearing beam connection

13.3.1 Стуб C3 / Pier C3

13.3.1.1 Прорачун споја квадера и лежишне греде / Joint of the bearing pedestals and bearing beam

Меродавни утицаји за прорачун анкера на споју квадера и ригле јављају се услед сеизмичких комбинација оптерећења.

Anchors at the joint of the bearing pedestals and bearing beam are calculated for the seismic load combinations.



$V_{Ed} = V_{Gk1} + V_{Gk2} + 0.3 \cdot V_{AEd,z} = 4635 + 2300 - 0.3 \cdot 2430 = 6206kN$

$H_{x,Ed} = H_{x,AEd,x} + 0.3 \cdot H_{x,AEd,y} = 863 + 0.3 \cdot 584 = 1038kN$

$M_{y,Ed} = 0.25 \cdot H_{AEd,x} = 0.25 \cdot 1038 = 260kNm$

$H_{y,Ed} = H_{x,AEd,y} + 0.3 \cdot H_{y,AEd,y} = 78 + 0.3 \cdot 2682 = 883kN$

$M_{x,Ed} = 0.5 \cdot H_{AEd,y} = 0.5 \cdot 883 = 442kNm$

$v_{Ed} = \frac{H_{Ed}}{140 \cdot 160} = \frac{1362}{22400} = 0.06kN/cm^2$ - напон смицања на контату између квадера и лежишне греде

$c = 0.5 \cdot 0.2 = 0.1$ μ=0.6

$\sigma_n = \frac{6206}{140 \cdot 160} 0.28kN/cm^2$

$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0.05} / \gamma_c = 1 \cdot 0.22 / 1.5 = 0.146kN/cm^2$

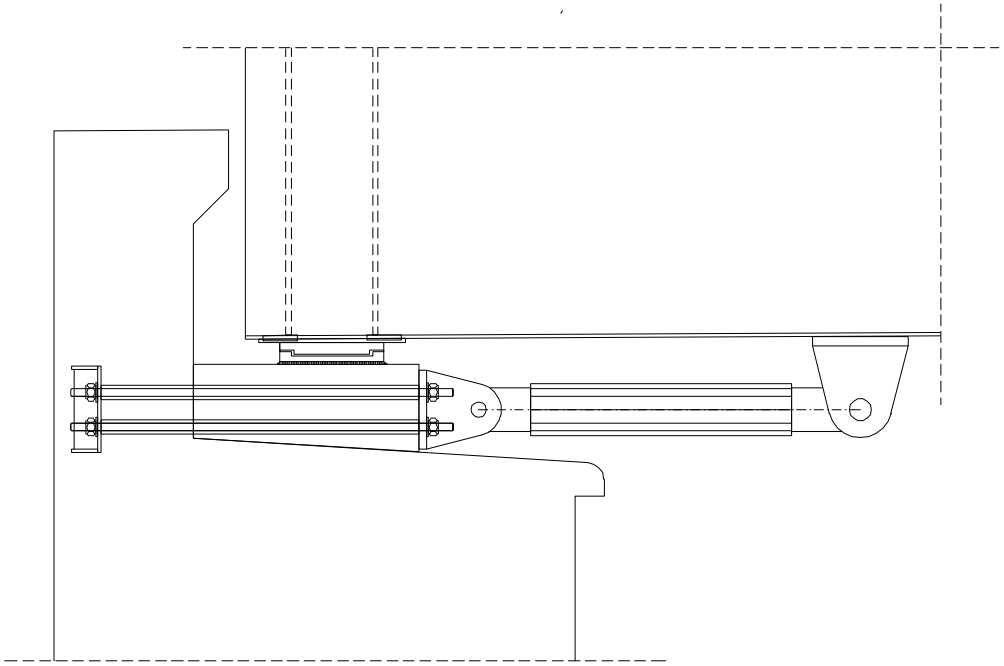
$v_{Rdi} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n = 0.1 \cdot 0.146 + 0.6 \cdot 0.28 = 0.168kN/cm^2 > v_{Ed} = 0.06kN/cm^2$ - прорачунска носивост на смицање на контакту два бетона је довољна за прихватање смичућих сила
Контрола напона на споју квадера и лежишн греде

$W_x = \frac{140^2 \cdot 160}{6} = 522666.7cm^3$ $W_y = \frac{160^2 \cdot 140}{6} = 597333.3cm^3$

$\sigma = \frac{6206}{22400} - \frac{44200}{522666.7} - \frac{26000}{597333.3} = 0.28 - 0.085 - 0.04 = 0.15kN/cm^2$ на контактној спојници се не јављају напони затезања

У идућој фази пројектовања биће усвојни конструктивни анкери за везе квадера и лежишне грде.

13.3.2 Обални стубови C1 и C4 / Abutments S1 and S4



Веза STU са стубом остварује се преко преднапрегнутих високовредних анкера који су постављени у металним цевима. На овај начин контактна површина између квадера и лежишне греде није оптерећена моментима савијања.
За максималну сеизмичку силу $F\max = 3135kN$, потребно је 4 високовредна анкера Williams 150-KSI Ф46mm или слична.

150 KSI–ALL–THREAD BAR

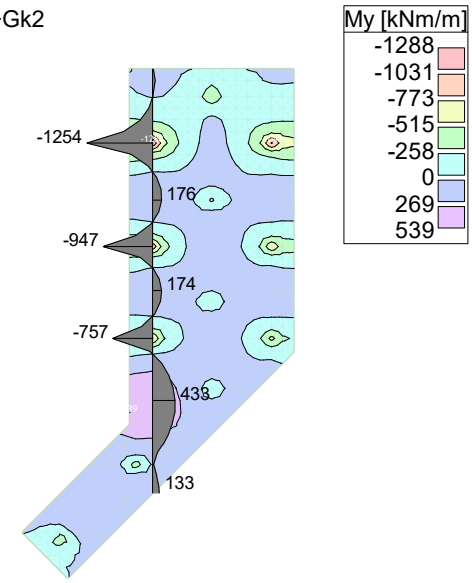
NOMINAL BAR DIAMETER & PITCH	MINIMUM NET AREA THRU THREADS	MINIMUM ULTIMATE STRENGTH	PRESTRESSING FORCE			NOMINAL WEIGHT	APPROX. THREAD MAJOR DIA.	PART NUMBER
			0.80F PU A	0.70F PU A	0.60F PU A			
1" – 4 (26 mm)	0.85 in² (549 mm²)	128 kips (567 kN)	102 kips (454 kN)	89.3 kips (397 kN)	76.5 kips (340 kN)	3.09 lbs/ft (4.6 kg/m)	1-1/8" (29 mm)	R71-08
1-1/4" – 4 (32 mm)	1.25 in² (807 mm²)	188 kips (834 kN)	150 kips (667 kN)	131 kips (584 kN)	113 kips (500 kN)	4.51 lbs/ft (6.7 kg/m)	1-7/16" (37 mm)	R71-10
1-3/8" – 4 (36 mm)	1.58 in² (1019 mm²)	237 kips (1054 kN)	190 kips (843 kN)	166 kips (738 kN)	142 kips (633 kN)	5.71 lbs/ft (8.5 kg/m)	1-9/16" (40 mm)	R71-11
1-3/4" – 3-1/2 (46 mm)	2.60 in² (1664 mm²)	390 kips (1734 kN)	312 kips (1388 kN)	273 kips (1214 kN)	234 kips (1041 kN)	9.06 lbs/ft (13.5 kg/m)	2" (51 mm)	R71-14
2-1/4" – 3-1/2 (57 mm) *	4.08 in² (2632 mm²)	613 kips (2727 kN)	490 kips (2181 kN)	429 kips (1909 kN)	368 kips (1636 kN)	14.1 lbs/ft (20.8 kg/m)	2-1/2" (64 mm)	R71-18
2-1/2" – 3 (65 mm)	5.19 in² (3350 mm²)	778 kips (3457 kN)	622 kips (2766 kN)	545 kips (2422 kN)	467 kips (2074 kN)	18.2 lbs/ft (27.1 kg/m)	2-3/4" (70 mm)	R71-20
3" – 3 (75 mm)	6.85 in² (4419 mm²)	1027 kips (4568 kN)	822 kips (3656 kN)	719 kips (3198 kN)	616 kips (2740 kN)	24.1 lbs/ft (35.8 kg/m)	3-1/8" (80 mm)	R71-24

13.4 Наглавне греде / Pile caps

13.4.1 Статички утицаји / Internal forces and moments

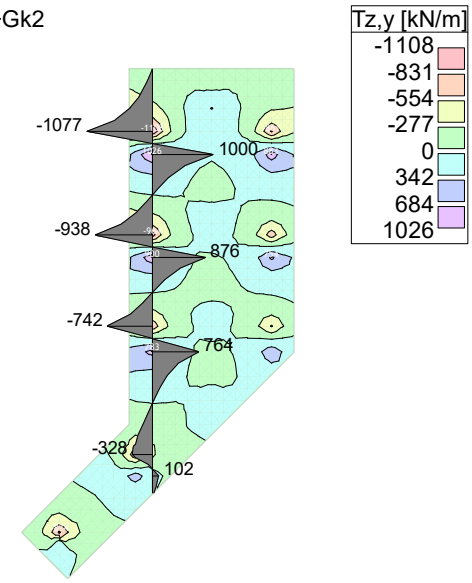
13.4.1.1 Опорци

Opt. 16: Gk1+Gk2



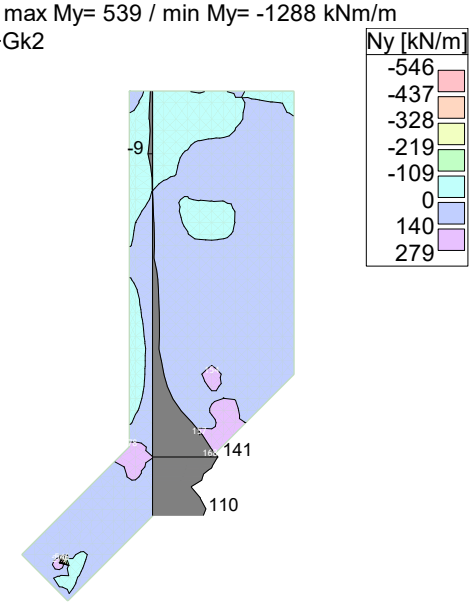
Nivo: [-9.30 m]
Uticaji u ploči: max My= 539 / min My= -1288 kNm/m

Opt. 16: Gk1+Gk2



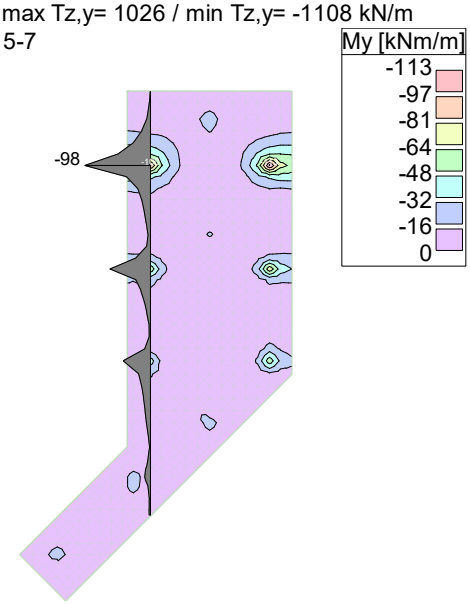
Nivo: [-9.30 m]
Uticaji u ploči: max Tz,y= 1026 / min Tz,y= -1108 kN/m

Opt. 16: Gk1+Gk2



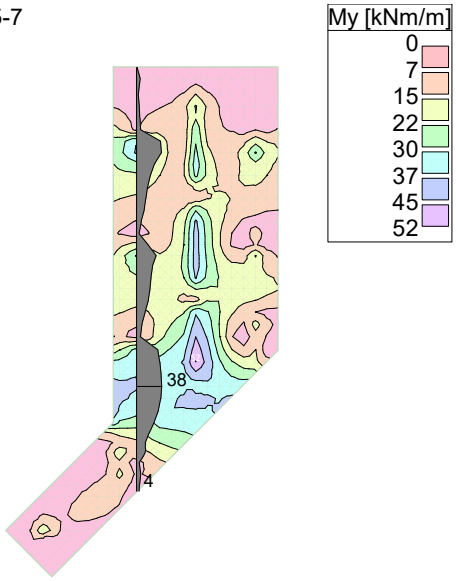
Nivo: [-9.30 m]
Uticaji u ploči: max Ny= 279 / min Ny= -546 kN/m

Opt. 50: [Anv] 5-7

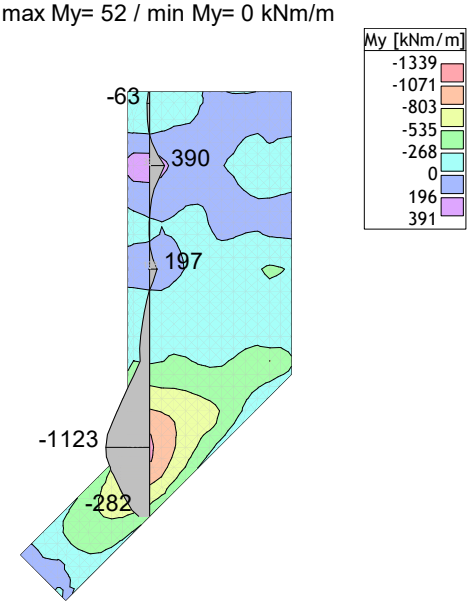


Nivo: [-9.30 m]
Uticaji u ploči: max My= -0 / min My= -113 kNm/m

Opt. 50: [Anv] 5-7

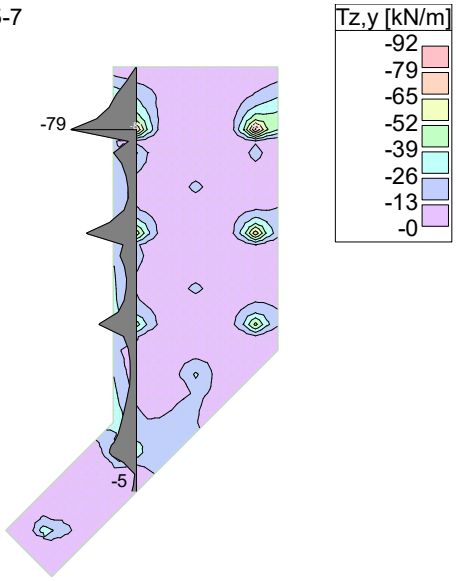


Nivo: [-9.30 m]
Uticaji u ploči: max My= 52 / min My= 0 kNm/m
Опт. 3: E0

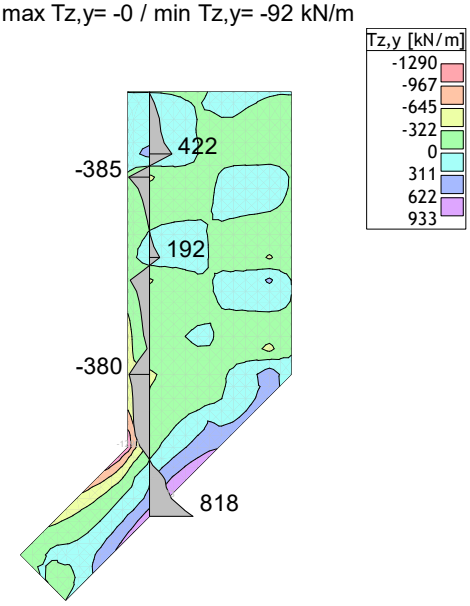


Ниво: [-9.30 m]
Утицаји у плочи: max My= 391 / min My= -1339 kNm/m

Opt. 50: [Anv] 5-7

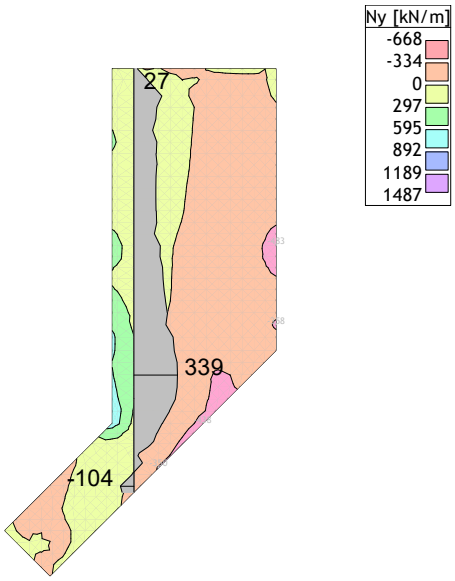


Nivo: [-9.30 m]
Uticaji u ploči: max Tz,y= -0 / min Tz,y= -92 kN/m
Опт. 3: E0



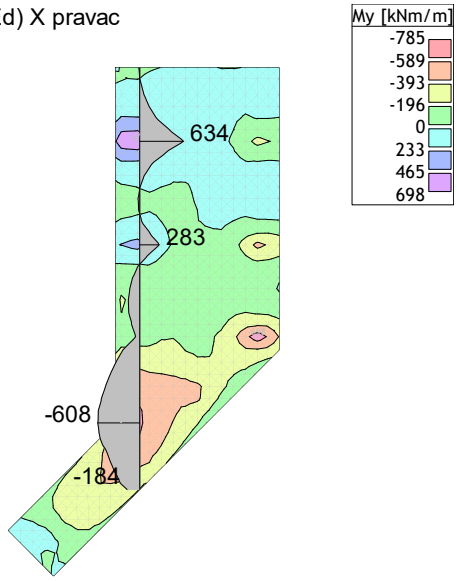
Ниво: [-9.30 m]
Утицаји у плочи: max Tz,y= 933 / min Tz,y= -1290 kN/m

Опт. 3: E0



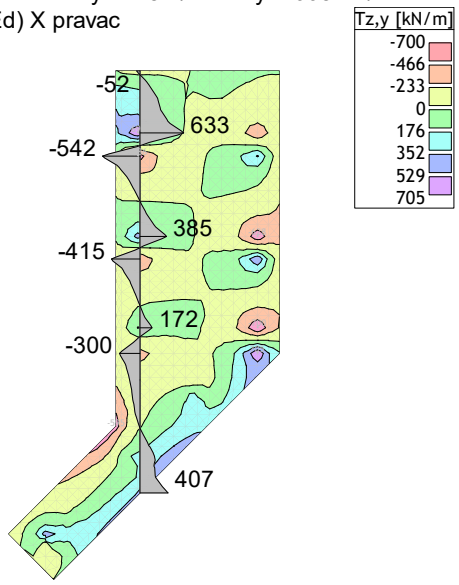
Ниво: [-9.30 m]
Утицаји у плочи: max Ny= 1487 / min Ny= -668 kN/m

Опт. 6: (AEd+Ed) X pravac



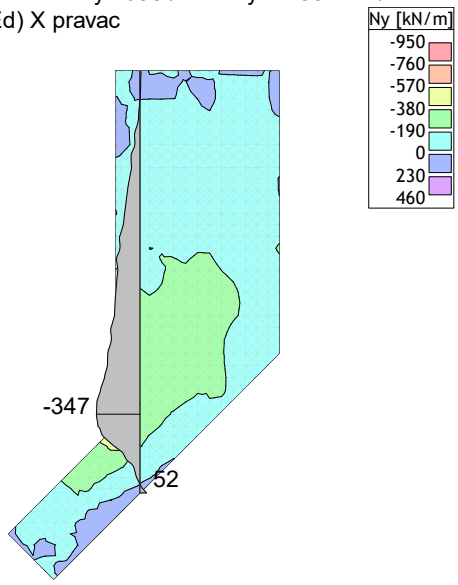
Ниво: [-9.30 m]
Утицаји у плочи: max My= 698 / min My= -785 kNm/m

Опт. 6: (AEd+Ed) X pravac



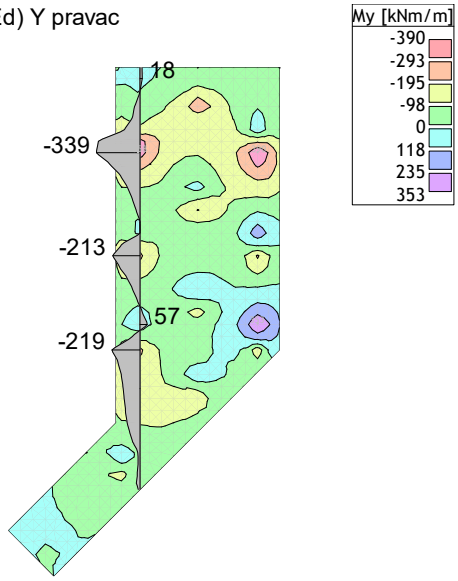
Ниво: [-9.30 m]
Утицаји у плочи: max Tz,y= 705 / min Tz,y= -700 kN/m

Опт. 6: (AEd+Ed) X pravac



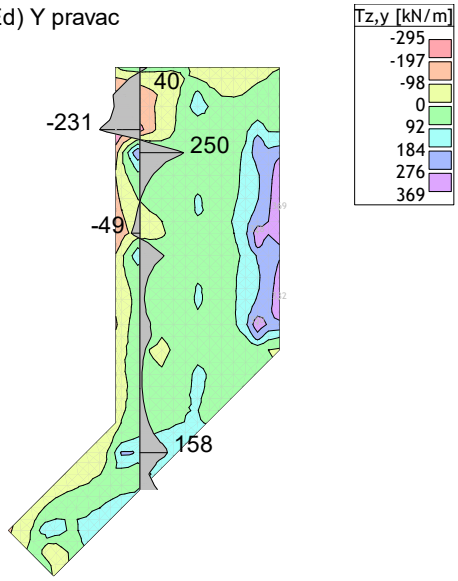
Ниво: [-9.30 m]
Утицаји у плочи: max Ny= 460 / min Ny= -950 kN/m

Опт. 7: (AEd+Ed) Y pravac



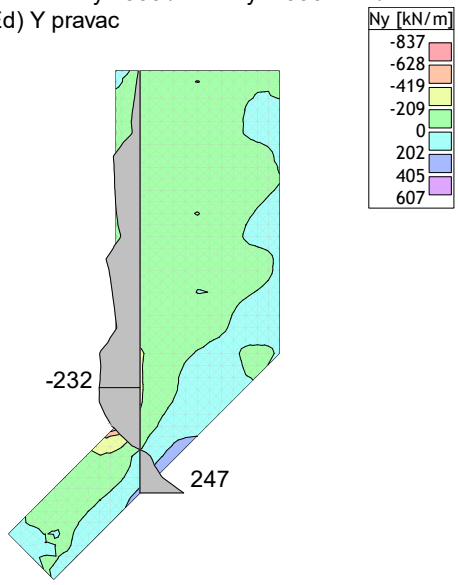
Ниво: [-9.30 m]
Утицаји у плочи: max My= 353 / min My= -390 kNm/m

Опт. 7: (AEd+Ed) Y pravac



Ниво: [-9.30 m]
Утицаји у плочи: max Tz,y= 369 / min Tz,y= -295 kN/m

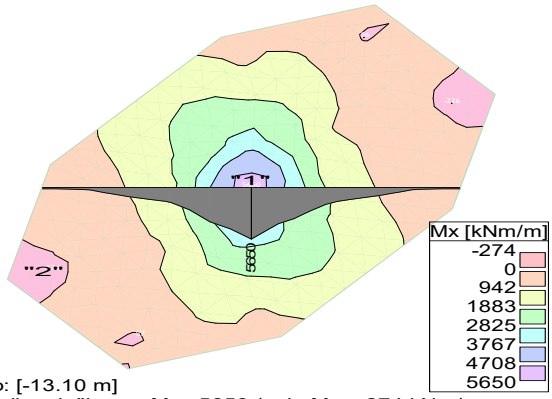
Опт. 7: (AEd+Ed) Y pravac



Ниво: [-9.30 m]
Утицаји у плочи: max Ny= 607 / min Ny= -837 kN/m

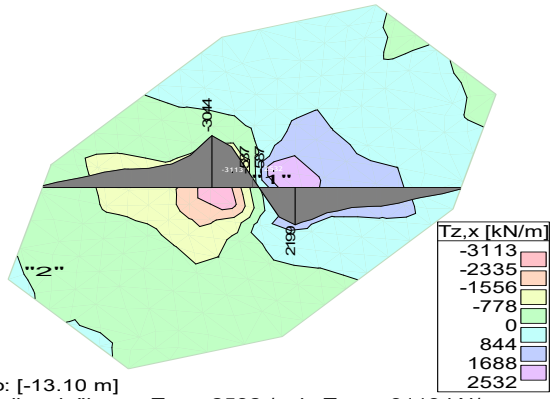
13.4.1.2 Средњи стубови

Opt. 16: Gk1+Gk2



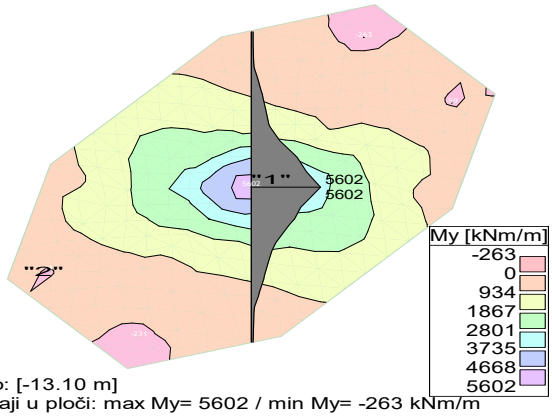
Nivo: [-13.10 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 5650 / min Mx= -274 kNm/m

Opt. 16: Gk1+Gk2



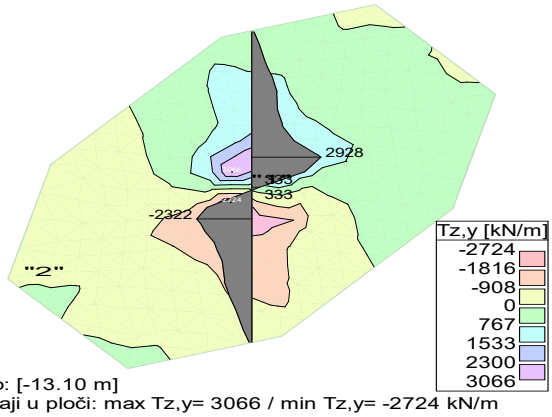
Nivo: [-13.10 m]
Uticaji u ploči: max Tz,x= 2532 / min Tz,x= -3113 kN/m

Opt. 16: Gk1+Gk2

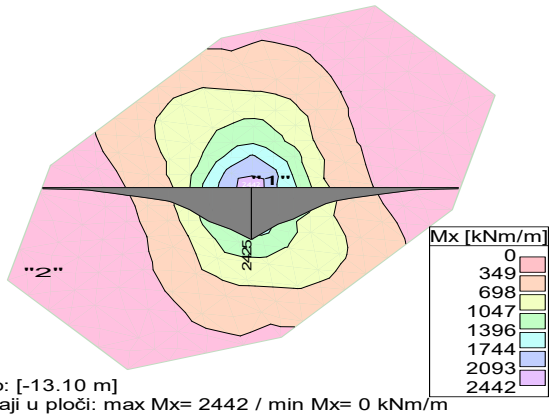


Nivo: [-13.10 m]
Uticaji u ploči: max My= 5602 / min My= -263 kNm/m
Opt. 50: [Anv] 5-7

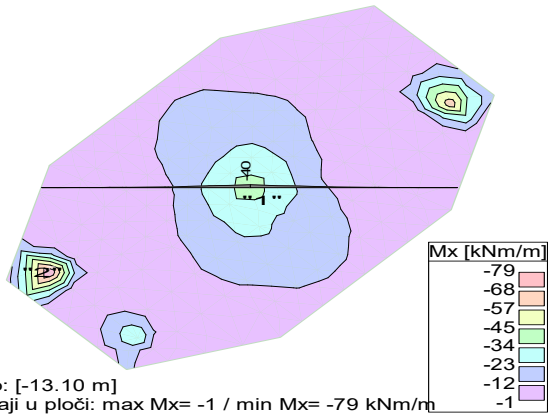
Opt. 16: Gk1+Gk2



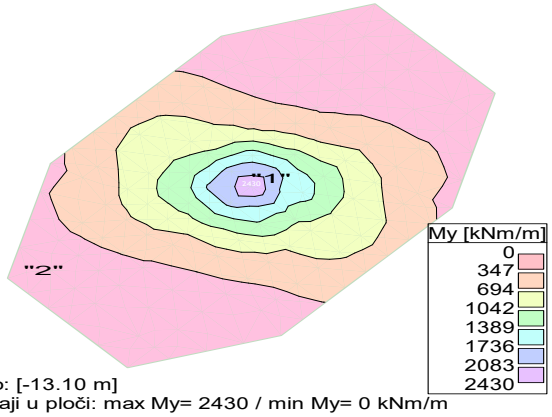
Nivo: [-13.10 m]
Uticaji u ploči: max Tz,y= 3066 / min Tz,y= -2724 kN/m
Opt. 50: [Anv] 5-7



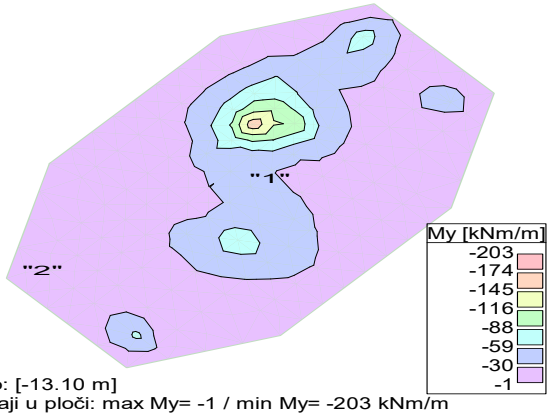
Nivo: [-13.10 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 2442 / min Mx= 0 kNm/m
Opt. 50: [Anv] 5-7



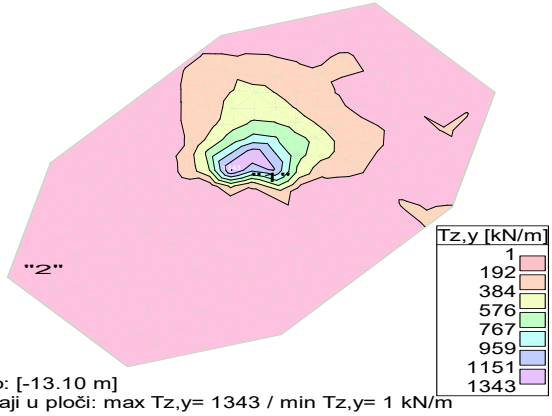
Nivo: [-13.10 m]
Uticaji u ploči: max Mx= -1 / min Mx= -79 kNm/m
Opt. 50: [Anv] 5-7



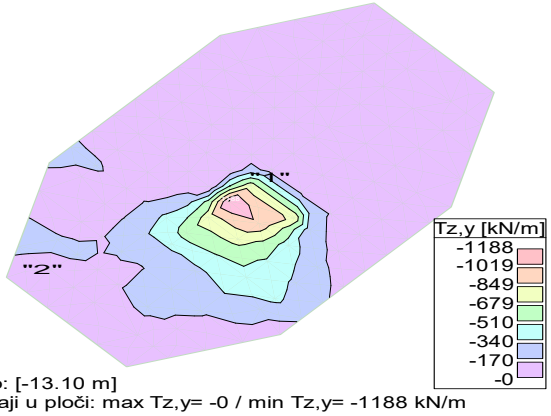
Nivo: [-13.10 m]
Uticaji u ploči: max My= 2430 / min My= 0 kNm/m
Opt. 50: [Anv] 5-7



Nivo: [-13.10 m]
Uticaji u ploči: max My= -1 / min My= -203 kNm/m
Opt. 50: [Anv] 5-7

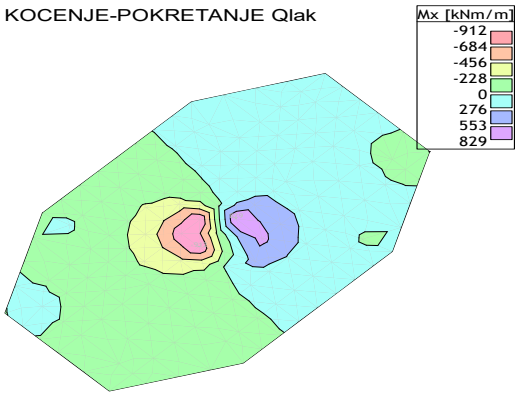


Nivo: [-13.10 m]
Uticaji u ploči: max Tz,y= 1343 / min Tz,y= 1 kN/m



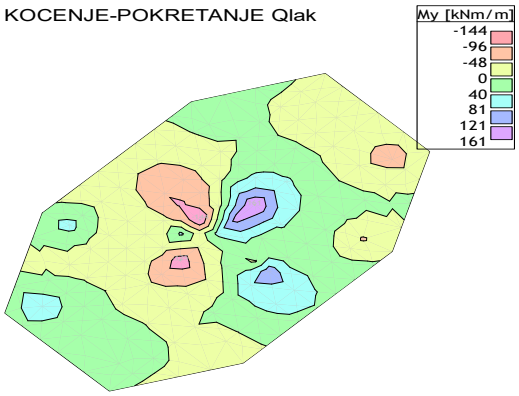
Nivo: [-13.10 m]
Uticaji u ploči: max Tz,y= -0 / min Tz,y= -1188 kN/m

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



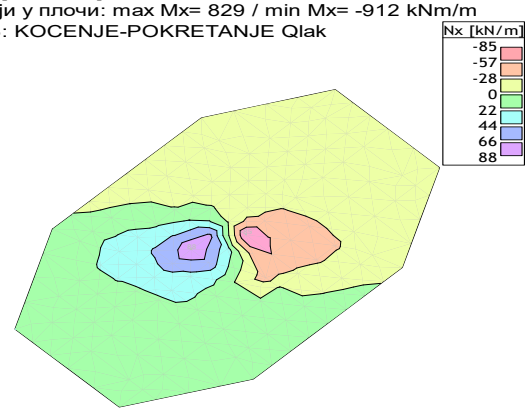
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Mx= 829 / min Mx= -912 kNm/m

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



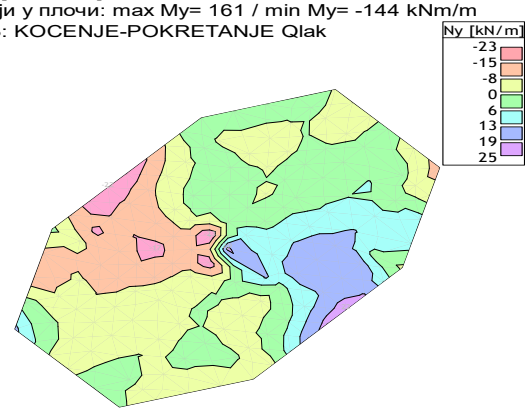
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max My= 161 / min My= -144 kNm/m

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



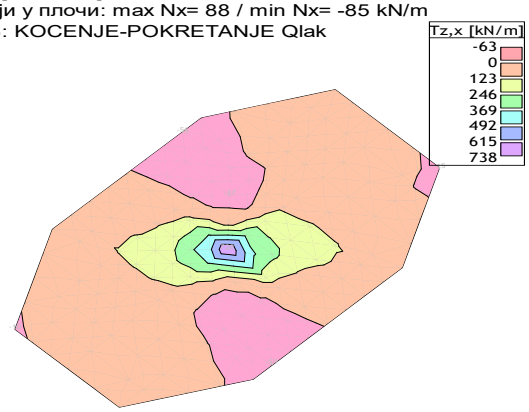
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Nx= 88 / min Nx= -85 kN/m

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



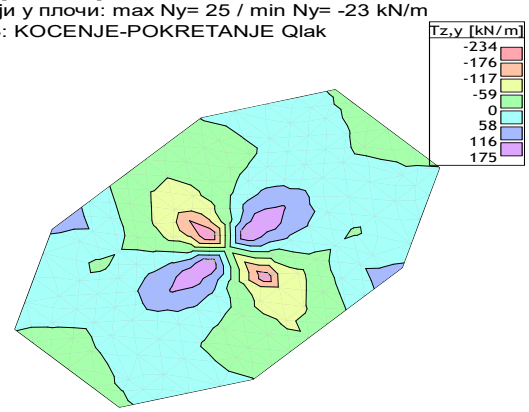
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Ny= 25 / min Ny= -23 kN/m

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



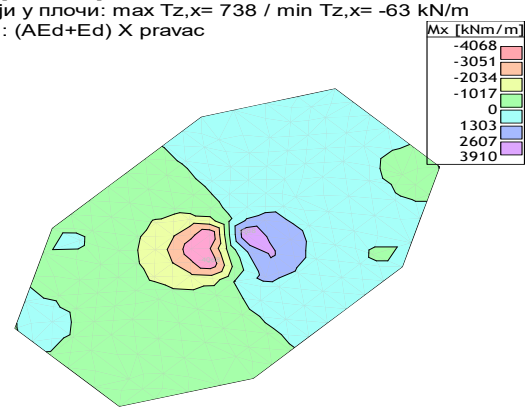
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Tz,x= 738 / min Tz,x= -63 kN/m

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



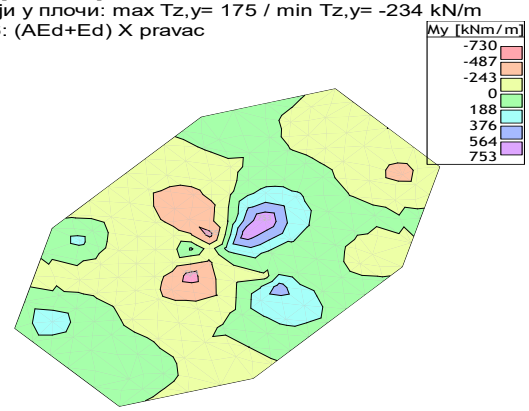
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Tz,y= 175 / min Tz,y= -234 kN/m

Опт. 6: (AEd+Ed) X pravac



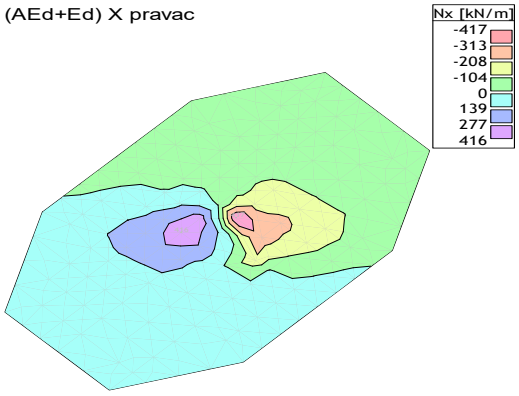
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Mx= 3910 / min Mx= -4068 kNm/m

Опт. 6: (AEd+Ed) X pravac



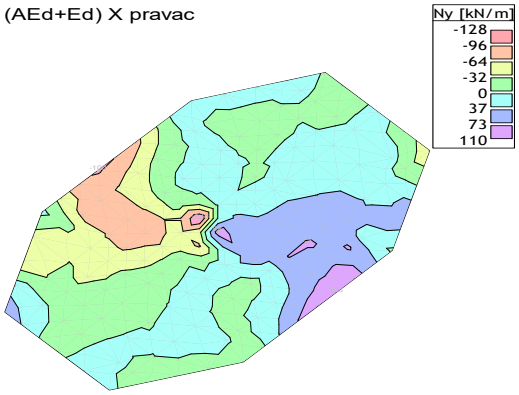
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max My= 753 / min My= -730 kNm/m

Опт. 6: (AEd+Ed) X pravac



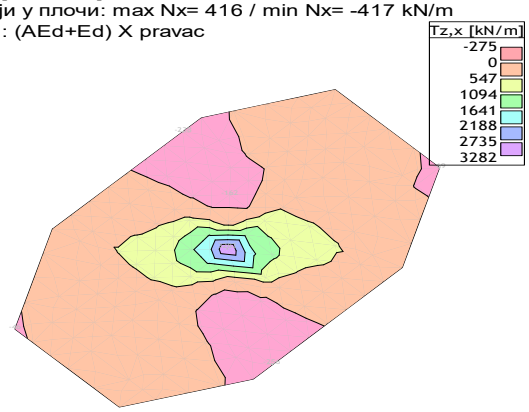
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Nx= 416 / min Nx= -417 kN/m

Опт. 6: (AEd+Ed) X pravac



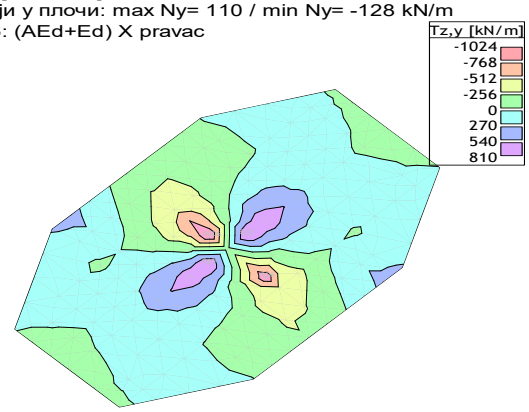
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Ny= 110 / min Ny= -128 kN/m

Опт. 6: (AEd+Ed) X pravac



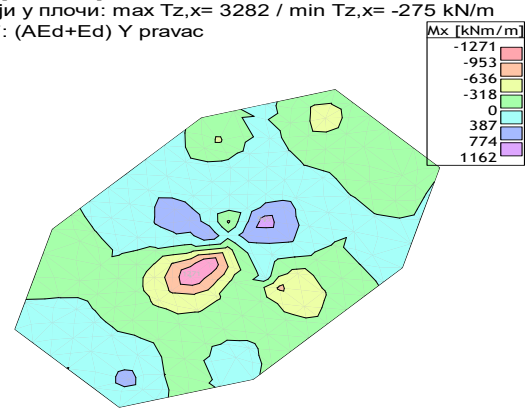
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Tz,x= 3282 / min Tz,x= -275 kN/m

Опт. 6: (AEd+Ed) X pravac



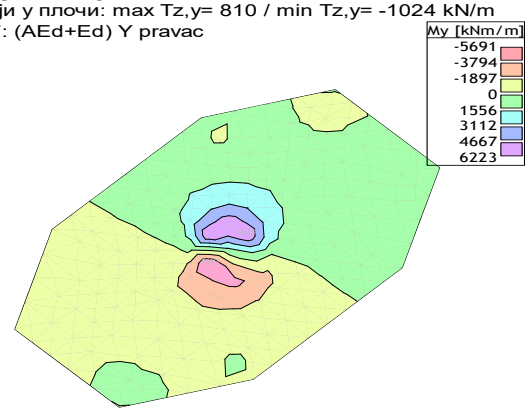
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Tz,y= 810 / min Tz,y= -1024 kN/m

Опт. 7: (AEd+Ed) Y pravac



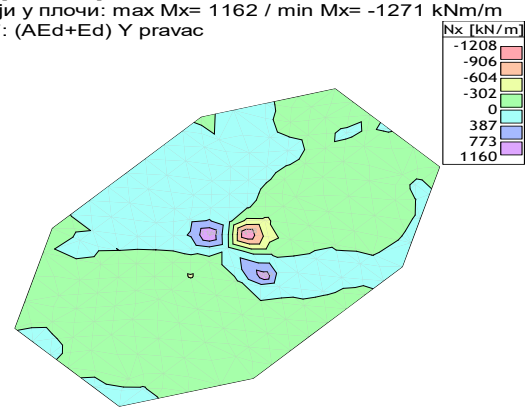
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Mx= 1162 / min Mx= -1271 kNm/m

Опт. 7: (AEd+Ed) Y pravac



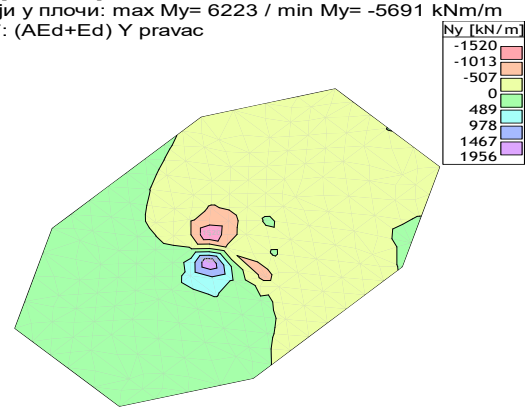
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max My= 6223 / min My= -5691 kNm/m

Опт. 7: (AEd+Ed) Y pravac



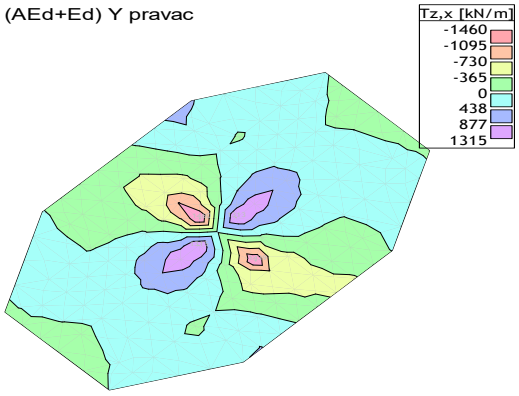
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Nx= 1160 / min Nx= -1208 kN/m

Опт. 7: (AEd+Ed) Y pravac



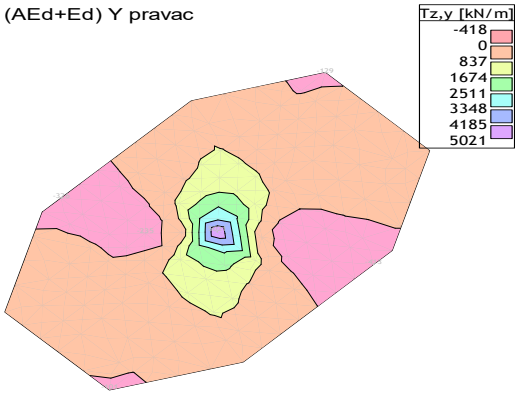
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Ny= 1956 / min Ny= -1520 kN/m

Опт. 7: (AEd+Ed) Y pravac



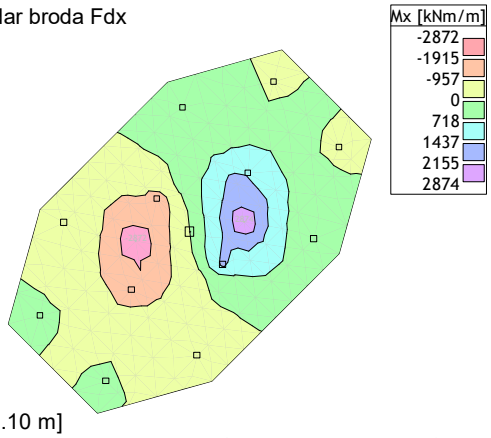
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Tz,x= 1315 / min Tz,x= -1460 kN/m

Опт. 7: (AEd+Ed) Y pravac



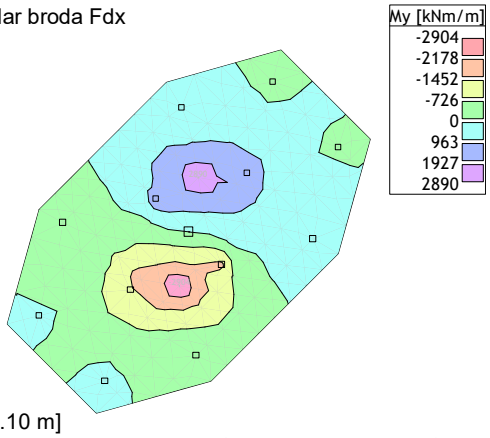
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Tz,y= 5021 / min Tz,y= -418 kN/m

Опт. 1: Udar broda Fdx



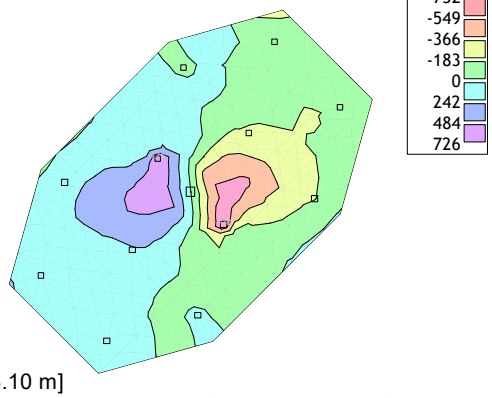
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Mx= 2874 / min Mx= -2872 kNm/m

Опт. 1: Udar broda Fdx



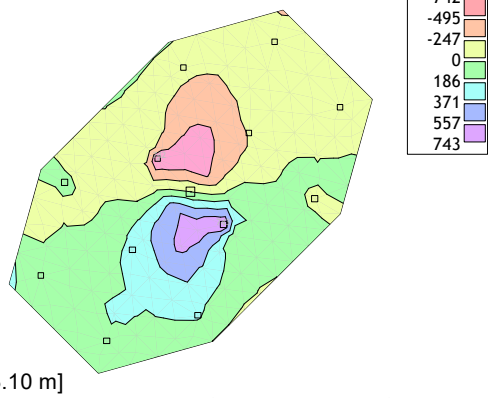
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max My= 2890 / min My= -2904 kNm/m

Опт. 1: Udar broda Fdx



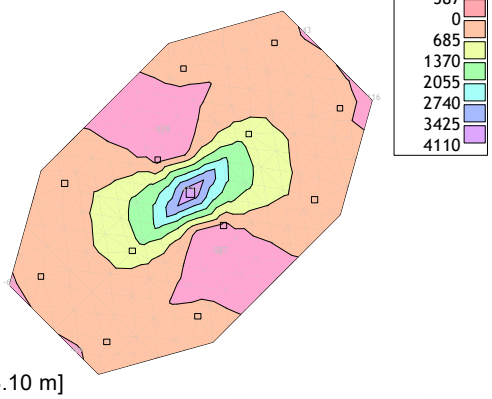
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Nx= 726 / min Nx= -732 kN/m

Опт. 1: Udar broda Fdx



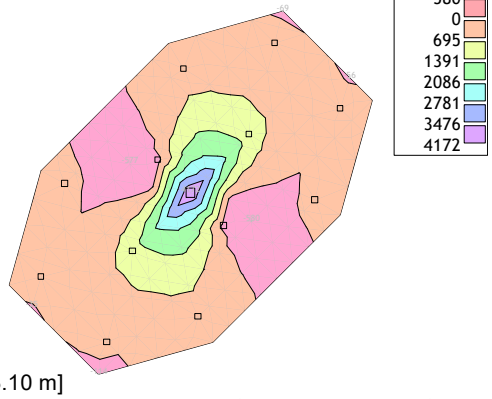
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Ny= 743 / min Ny= -742 kN/m

Опт. 1: Udar broda Fdx



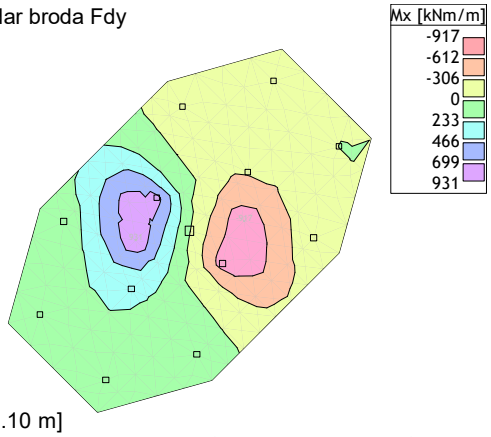
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Tz,x= 4110 / min Tz,x= -587 kN/m

Опт. 1: Udar broda Fdx



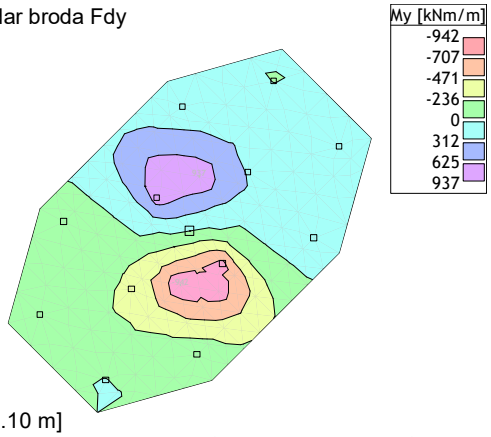
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Tz,y= 4172 / min Tz,y= -580 kN/m

Опт. 2: Udar broda Fdy



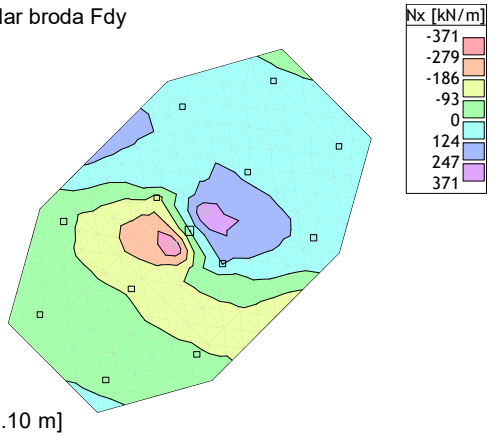
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Mx= 931 / min Mx= -917 kNm/m

Опт. 2: Udar broda Fdy



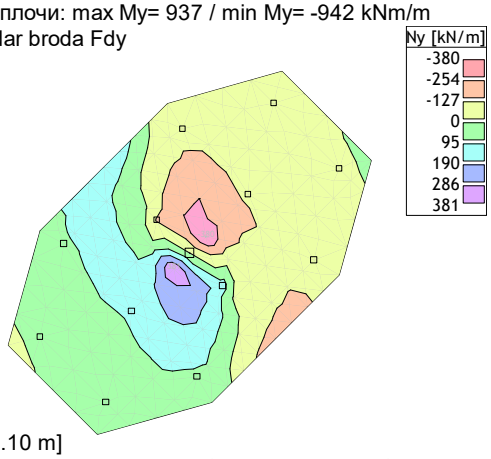
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max My= 937 / min My= -942 kNm/m

Опт. 2: Udar broda Fdy



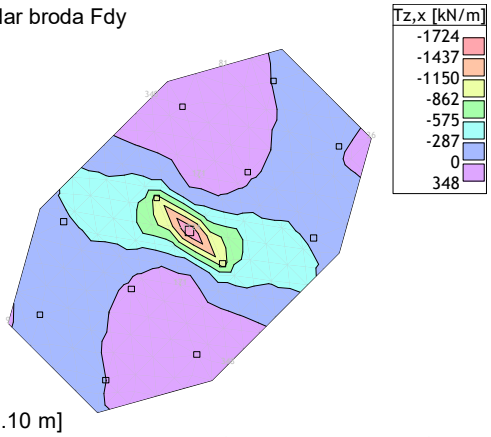
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Nx= 371 / min Nx= -371 kN/m

Опт. 2: Udar broda Fdy



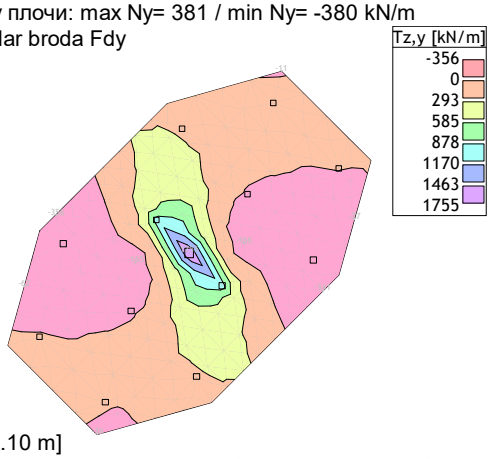
Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Ny= 381 / min Ny= -380 kN/m

Опт. 2: Udar broda Fdy



Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Tz,x= 348 / min Tz,x= -1724 kN/m

Опт. 2: Udar broda Fdy



Ниво: [-13.10 m]
Утицаји у плочи: max Tz,y= 1755 / min Tz,y= -356 kN/m

13.4.2 Димензионисање / Design

13.4.2.1 Опорац

13.4.2.1.1 Минимална и максимална арматура / Minimum and maximum reinforcement areas

$$A_{s,min}=0.26\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}\cdot b\cdot d=0.26\frac{0.29}{50}\cdot 100\cdot 250=37.7cm^2$$ (СРПС ЕН EN 1992-1-1, 9.2)

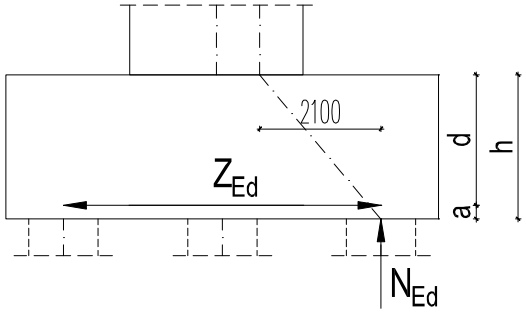
$$A_{s,max}=0.04\cdot b\cdot d=0.04\cdot 100\cdot 250=1000cm^2$$

$$A_{sw,min}=(0.08\sqrt{f_{ck}})\cdot(s\cdot b\cdot\sin\alpha)/f_{yk}=(0.08\sqrt{3})\cdot(10\cdot 100\cdot 1)/50=2.77cm^2$$

$$s_{1,max}=20cm \qquad s_{t,max}=30cm$$

13.4.2.1.2 Димензионисање арматуре у попречном правцу / Reinforcement in transverse direction

Максимална нормална сила у шипу јавља се услед основне комбинације оптерећења (УЛС) као што је приказано у Поглављу 13.4.1.



$Z_{Ed}=N_{Ed}\cdot 2.10/2.25=6653\cdot 2.10/2.25=6209kN$

$_{pot}A_{s,h}=6209/(3\cdot 50/1.15)=47.6cm^2/m$

Усвојено ***±∅25/10*** ($A_s=49.1cm^2/m$)

Димензионисање према трансверзалним силама

$V_{Ed}=6209/1.2=5174$ kN/m

$$\max V_{Rd}=\frac{b\cdot 0.9d\cdot \nu\cdot f_{cd}}{2}\geq V_{Rd,c}=[C_{Rd,c}\cdot k\cdot(100\cdot\rho_l\cdot f_{ck})^{1/3}]\cdot b\cdot d \quad \geq \min V_{Rd,c}=\nu_{\min}\cdot b\cdot d$$

$$k=1+\sqrt{\frac{200}{d}}=1+\sqrt{\frac{200}{2400}}=1.289<2$$

$$\rho_l=\frac{A_{Sl}}{b\cdot d}=\frac{49.1}{100\cdot 240}=0.002<0.02$$

$C_{Rd,c}=0.18/\gamma_c=0.18/1.5=0.12$

$\nu_{min}=0.035\cdot k^{3/2}\cdot f_{ck}^{1/2}=0.035\cdot 1.289^{3/2}\cdot 2.5^{1/2}=0.08$

$$V_{Rd,c}=\left[0.12\cdot 1.289\cdot(100\cdot 0.002\cdot 2.5)^{1/3}\right]\cdot 100\cdot 240=2947kN/m$$

$\min V_{Rdc}=0.08\cdot 100\cdot 240=1920kN/m < V_{Ed}$ – потребна арматура

$\max V_{Rd}=\alpha_{cw}\cdot b_w\cdot z\cdot \nu_1\cdot f_{cd}/(\cot\theta+\tan\theta)=1\cdot 100\cdot 240\cdot 0.6\cdot(0.85\cdot 3/1.5)/2=15965kN/m > V_{Rdc}$

$A_{sw}=V_{Rd,s}\cdot s/z\cdot f_{ywd}\cdot\cot\theta=5174\cdot 20/(240\cdot 0.9\cdot 0.8\cdot 43.48\cdot 1)=13.77cm^2$ на дужини s

Усвајају се узенгије 2xU*∅16/20* ($A_{sw}=16.08cm^2/m$) у ширини главе шипа на целој дужини

13.4.2.2 Димензионисање арматуре у подужном правцу / Reinforcement in longitudinal direction

конвенција
- N "+" сила притиска
- M "+" знак одговара дијаграму из TOWER-а затеже доњу страну
- T знак одговара дијаграму из TOWER-а

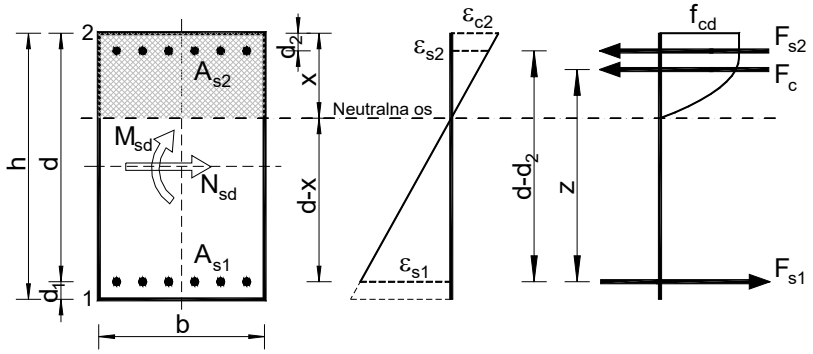
Наглавна греда опорац	$G_{k1}+G_{k2}$		E_0		anv/env $Q_{k,1}+\Delta p_{0,Q}$				Q_{lak}		$(A_{Ed}+E_{Ed})$ X		$(A_{Ed}+E_{Ed})$ Y	
	поље	ослонац	поље	ослонац	поље		ослонац		поље	ослонац	поље	ослонац	поље	ослонац
My [kNm/m]	433	-1254	0	197	38	-2	37	-113	45	-163	561	-663	300	-320
Tzy [kN/m]	0	-1077	0	-377	7	-7	71	-79	0	-156	200	-681	380	-519
Ny [kN/m]	-141	-141	-339	-339					-126	-126	-329	-329	-231	-231

Наглавна греда опорац	Основне комбинације (ULS)				Сеизмичке комбинације			
	поље		ослонац		поље		ослонац	
My [kNm/m]	**730**	351	-903	**-1882**	1084	901	-2013	-1773
Tzy [kN/m]	**12**	-12	-679	**-2432**	314	440	-1914	-1800
Ny [kN/m]	**-920**	80	80	**-920**	-539	-471	-539	-471

b	100,00	cm
h	250,00	cm
d_1 (d_2)	22,00	cm
d	228,00	cm
f_{cd}	1,70	kN/cm^2
f_{yd}	43,48	kN/cm^2
M_{sd}	1882,00	kNm
N_{sd}	-920,00	kN
ε_{s1}	25,00	‰
ε_{c2}	0,88	‰
M_{sds}	934,40	kNm
$M_{Rd,lim}$	7086,28	kNm
μ_{sd}	0,011	
Jednostruko armiranje		
ω	1,074	%
ρ	0,135	%
ξ	0,034	
ζ	0,988	
A_{s1}	30,70	cm^2
A_{s2}	0,00	cm^2

Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja i uzdužnu silu

Konvencija uzdužne sile: + tlak, - vlak



x 7,71 cm

Усвојено ***±(∅25/10)*** (A_s=49.1cm^2/m)

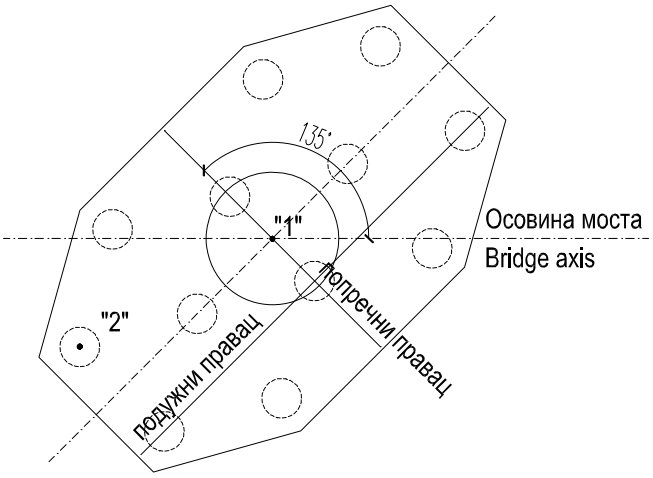
13.4.2.3 Средњи стуб

Меродавни утицаји за димензиониање

конвенција N "+" сила притиска
M "+" знак одговара дијаграму из TOWER-а затеже доњу страну
T знак одговара дијаграму из TOWER-а

Наглавна греда средњи стуб	$G_{k1}+G_{k2}$		anv/env $Q_{k,1}+\Delta p_{0,Q}$				Q_{lak}		$(A_{Ed}+E_{Ed})$ X		$(A_{Ed}+E_{Ed})$ Y		F_{dx}		F_{dy}	
	"1"	"2"	"1"		"2"		"1"	"2"	"1"	"2"	"1"	"2"	"1"	"2"	"1"	"2"
Mx [kNm/m]	5650	-274	2442	-45	55	-79	809	60	4068	250	1271	400	2874	150	931	250
My [kNm/m]	5602	-263	2430	-203	100	-100	562	60	753	260	6223	400	2904	150	942	250
Tzx [kN/m]	-3044	-350	-1352	1137	-200	200	2531	40	3282	200	1460	250	4110	-350	-1724	-80
Tzy [kN/m]	3066	350	1343	-1188	50	-200	1162	40	1006	200	5021	260	4172	350	1755	96
Nx [kN/m]							-95	-20	-417	-70	-1160	-30	-726	-200	-371	-40
Ny [kN/m]							-25	-10	-128	-40	-1956	-80	-743	-150	-381	-50

	Основне комбинације (ULS)				Сеизмичке комбинације				Инцидентне комбинације			
Наглавна греда средњи стуб	$M_{y,max}$, $M_{x,max}$		$M_{y,min}$, $M_{x,min}$		$G+E_0+A_{Ed,x}+0.3A_{Ed,y}$		$G+E_0+0.3A_{Ed,x}+A_{Ed,y}$		$G+F_{d,x}$		$G+F_{d,y}$	
	"1"	"2"	"1"	"2"	"1"	"2"	"1"	"2"	"1"	"2"	"1"	"2"
Mx [kNm/m]	**13331**	-72	4152	-614	***10099***	-644	8141	***-749***	8524	-424	6581	-524
My [kNm/m]	**12812**	18	4260	-636	8222	-643	***12051***	***-741***	8506	-413	6544	-513
Tzx [kN/m]	**-10922**	-771	-5490	-192	***-6764***	-625	-5489	-660	-7154	0	-1320	-270
Tzy [kN/m]	**8534**	508	-1057	51	5578	628	***8389***	670	7238	700	4821	446
Nx [kN/m]	**-167**	-35	-167	-35	***-765***	-79	-1285	***-51***	-726	-200	-371	-40
Ny [kN/m]	**-44**	-18	-44	-18	-715	-64	***-1994***	***-92***	-743	-150	-381	-50



13.4.2.3.1 Минимална и максимална арматура / Minimum and maximum reinforcement areas

$$A_{s,min}=0.26\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}\cdot b\cdot d=0.26\frac{0.29}{50}\cdot 100\cdot 285=42.98cm^2/m$$ (СРПС ЕН EN 1992-1-1, 9.2)

$$A_{s,max}=0.04\cdot b\cdot d=0.04\cdot 100\cdot 285=1140cm^2/m$$

$$A_{sw,min}=(0.08\sqrt{f_{ck}})\cdot(s\cdot b\cdot\sin\alpha)/f_{yk}=(0.08\sqrt{3})\cdot(10\cdot 100\cdot 1)/50=2.77cm^2$$

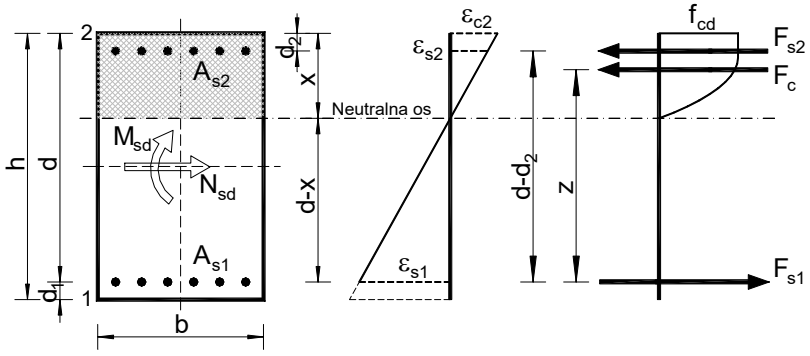
$s_{1,max}=10cm$ $s_{t,max}=30cm$ у зони испод стуба где је $V_{Ed}>0.6V_{Rd,max}$

13.4.2.3.2 Димензионисање арматуре у попречном правцу / Reinforcement in transverse direction

Доња зона

b	100,00	cm
h	300,00	cm
d_1 (d_2)	13,50	cm
d	286,50	cm
f_{cd}	1,70	kN/cm^2
f_{yd}	43,48	kN/cm^2
M_{sd}	13331,00	kNm
N_{sd}	-167,00	kN
ε_{s1}	25,00	‰
ε_{c2}	3,50	‰
M_{sds}	13103,05	kNm
$M_{Rd,lim}$	11189,17	kNm
μ_{sd}	0,080	

Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja i uzdužnu silu
Konvencija uzdužne sile: + tlak, - vlak



Dvostruko armiranje

ω	8,450	%			
ρ	0,457	%			
ξ	0,123		x	35,18	cm
ζ	0,949				
A_{s1}	114,69	cm^2			
A_{s2}	16,19	cm^2			

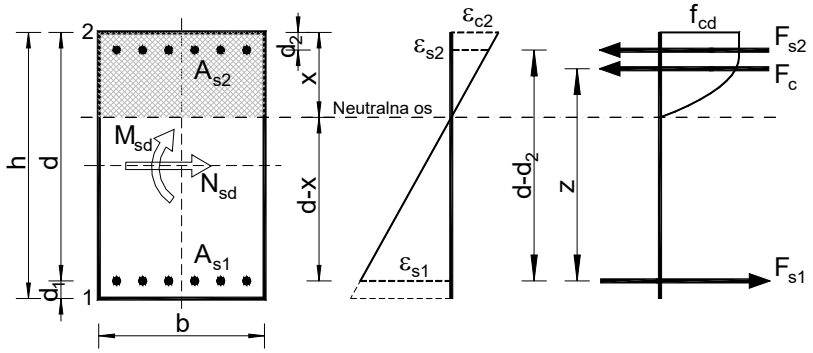
Усвојено ***∅32/10+∅32/20*** (A_s=120.6cm^2/m)

Горња зона

b	100,00	cm
h	300,00	cm
d_1 (d_2)	10,00	cm
d	290,00	cm
f_{cd}	2,13	kN/cm^2
f_{yd}	50,00	kN/cm^2
M_{sd}	749,00	kNm
N_{sd}	-51,00	kN
ε_{s1}	25,00	‰
ε_{c2}	0,44	‰
M_{sds}	677,60	kNm
$M_{Rd,lim}$	14330,28	kNm
μ_{sd}	0,003	
Jednostruko armiranje		
ω	0,296	%
ρ	0,020	%
ξ	0,017	
ζ	0,994	
A_{s1}	5,72	cm^2
A_{s2}	0,00	cm^2

Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja i uzdužnu silu

Konvencija uzdužne sile: + tlak, - vlak



x 4,99 cm

Усвојено ***Ø25/10*** (A_s=49.1cm^2/m)

КОНТРОЛА ПРЕСЕКА НА СМИЦАЊЕ

СРПС ЕН 1992-1-1 (6.2.1,6.2.2)

stalne i prolazne proračunske situacije

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c}k(100\,\rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1\,\sigma_{cp}]\,b_w d$$

$$\min V_{Rd,c} = (V_{min} + k_1\,\sigma_{cp})\,b_w d$$

C30/37 (MB 35)

γ_{Bd1}= 1

γ_c= 1,5

$C_{Rd,c}$= 0,18/γ_c= 0,12

h= 3000 mm

a= 150 mm

d= 2850 mm

b_w= 1000 mm

$k = 1+\sqrt{\frac{200}{d}} \le 2{,}0$ → k= 1,265

A_{sl}= 120,6 cm^2

$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} \le 0{,}02$ → ρ_l = 0,0042

f_{ck} = 30 Mpa

k_1 = 0,15

V_{Ed} = 10922,00 kN

N_{Ed} = -167,00 kN

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck}/\gamma_c$ = 17 Mpa

$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c$ = -0,06 Mpa

$\sigma_{cp} < 0.2 f_{cd}$ = 3,40 Mpa → σ_{cp} < -0,06 Mpa

$V_{Rd,c}$ = 1037,22 kN

$v_{min} = 0{,}035\, k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ = 0,2727

$\min V_{Rd,c} = (V_{min} + k_1\, \sigma_{cp})\, b_w d$ = 793,1 kN

→ $V_{Rd,c}$ = 1037,2 kN

→ $V_{Rd,c}/\gamma_{Bd1}$ = 1037,2 kN

ПОТРЕБНА ЈЕ ПРОРАЧУНСКА АРМАТУРА ЗА СМИЦАЊЕ

Усвајају се у оба правца косе шипке ***7∅32*** (A_{sw}=56.28cm^2) у зони испод стуба

$A_{sw}=56.28cm^2$ s=60cm $\alpha=60°$

$$V_{Rd,s}=\frac{A_{sw}}{s}\cdot z\cdot f_{ywd}\cdot(\cot\theta+\cot\alpha)\cdot\sin\alpha=\frac{56.28}{60}\cdot 0.9\cdot 310\cdot 0.8\cdot 43.48\cdot(1+0.577)\cdot 0.866=12431kN$$

$$V_{Rd,\max}=\alpha_{cw}\cdot b\cdot z\cdot \nu_1\cdot f_{cd}\cdot(\cot\theta+\cot\alpha)/(1+\cot^2\theta)$$

$$V_{Rd,\max}=1\cdot 100\cdot 0.9\cdot 310\cdot 0.6\cdot 1.42\cdot(1+0.577)/(1+1)=18743kN$$

$$V_{Ed}=11906kN<V_{Rd,s}=12431kN<V_{Rd,\max}=18743kN$$

$$\frac{A_{sw,\max}\cdot f_{ywd}}{b\cdot s}\le\frac{0.5\cdot\alpha_{cw}\cdot\nu_1\cdot f_{cd}}{\sin\alpha}$$

$$\frac{52\cdot 0.8\cdot 43.48}{100\cdot 60}\le\frac{0.5\cdot 1\cdot 0.6\cdot 1.42}{\sin 60}$$

$$0.3\le 0.49$$

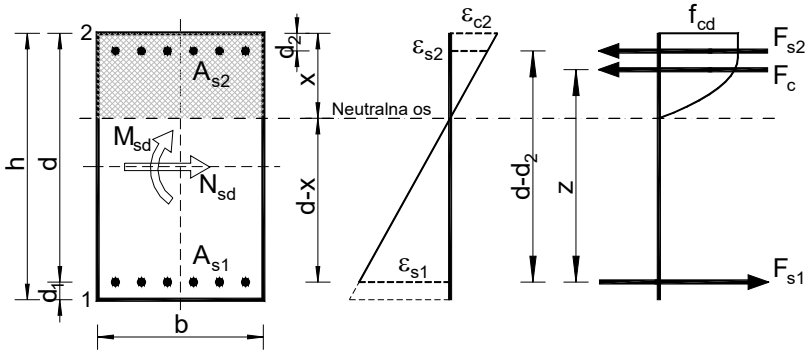
усвојена арматура има довољну носивост за пријем сила смицања

13.4.2.3.3 Димензионисање арматуре у подужном правцу / Reinforcement in longitudinal direction

Доња зона

b	100,00	cm
h	300,00	cm
d_1 (d_2)	33,50	cm
d	266,50	cm
f_{cd}	1,70	kN/cm^2
f_{yd}	43,48	kN/cm^2
M_{sd}	12812,00	kNm
N_{sd}	-44,00	kN
ε_{s1}	25,00	‰
ε_{c2}	3,50	‰
M_{sds}	12760,74	kNm
$M_{Rd,lim}$	9681,51	kNm
μ_{sd}	0,080	
Dvostruko armiranje		
ω	8,450	%
ρ	0,544	%
ξ	0,123	
ζ	0,949	
A_{s1}	117,07	cm^2
A_{s2}	28,00	cm^2

Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja i uzdužnu silu
Konvencija uzdužne sile: + tlak, - vlak



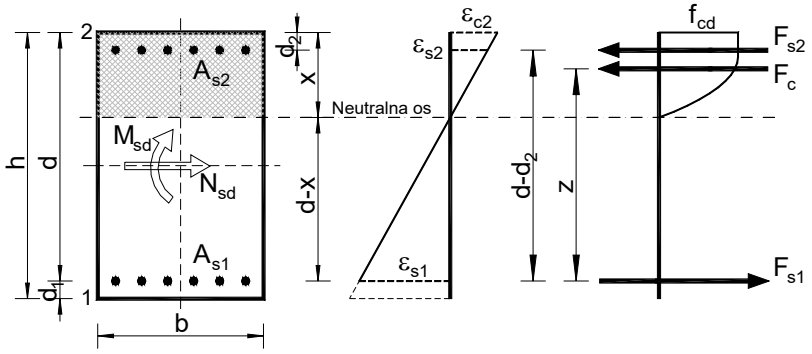
x 32,73 cm

Усвојено ***∅32/10+∅32/20*** (A_s=120.6cm^2/m)

Горња зона

b	100,00	cm
h	300,00	cm
d_1 (d_2)	20,00	cm
d	280,00	cm
f_{cd}	2,13	kN/cm^2
f_{yd}	50,00	kN/cm^2
M_{sd}	741,00	kNm
N_{sd}	-92,00	kN
ε_{s1}	25,00	‰
ε_{c2}	0,44	‰
M_{sds}	621,40	kNm
$M_{Rd,lim}$	13359,02	kNm
μ_{sd}	0,003	
Jednostruko armiranje		
ω	0,296	%
ρ	0,023	%
ξ	0,017	
ζ	0,994	
A_{s1}	6,30	cm^2
A_{s2}	0,00	cm^2

Dimenzioniranje pravokutnog presjeka na moment savijanja i uzdužnu silu
Konvencija uzdužne sile: + tlak, - vlak



x 4,82 cm

Усвојено ***∅25/10*** (A_s=49.1cm^2/m)

КОНТРОЛА ПРЕСЕКА НА СМИЦАЊЕ

СРПС ЕН 1992-1-1 (6.2.1,6.2.2)

stalne i prolazne proračunske situacije

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c}k(100\,\rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1\,\sigma_{cp}]\,b_w d$$

$$\min V_{Rd,c} = (V_{min} + k_1\,\sigma_{cp})\,b_w d$$

C30/37 (MB 35)

γ_{Bd1}= 1

γ_c= 1,5

$C_{Rd,c}$= 0,18/γ_c= 0,12

h= 3000 mm

a= 350 mm

d= 2650 mm

b_w= 1000 mm

$k = 1+\sqrt{\frac{200}{d}} \le 2{,}0$ → k= 1,275

A_{sl}= 120,6 cm^2

$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} \le 0{,}02$ → ρ_l= 0,0046

f_{ck}= 30 Mpa

k_1= 0,15

V_{Ed}= 8534,00 kN

N_{Ed}= -44,00 kN

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck}/\gamma_c$ = 17 Mpa

$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c$ = -0,01 Mpa

$\sigma_{cp} < 0.2 f_{cd}$ = 3,40 Mpa

→ σ_{cp}< -0,01 Mpa

$V_{Rd,c}$= 1090,19 kN

$v_{min} = 0{,}035\,k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ = 0,2759

$\min V_{Rd,c} = (V_{min} + k_1\,\sigma_{cp})\,b_w d$ = 821,1 kN

→$V_{Rd,c}$= 1090,2 kN

→$V_{Rd,c}/\gamma_{Bd1}$= 1090,2 kN

ПОТРЕБНА ЈЕ ПРОРАЧУНСКА АРМАТУРА ЗА СМИЦАЊЕ

Усвојене узенгије из попречног правца 3xU∅*16/10* (A_{sw}=120.6cm^2/m) имају довољну носивост

ПРОРАЧУН НОСИВОСТИ АРМАТУРЕ ЗА СМИЦАЊЕ

СРПС ЕН 1992-1-1 (6.2.1,6.2.3)

α= 90

θ= 40

ctgθ= 1,192 $1 \le \mathrm{ctg}\,\theta \le 2{,}5$

$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z\, f_{ywd}\, \mathrm{ctg}\theta$

$V_{Rd,max} = \alpha_{cw}\, b_w\, z\, \nu_1\, f_{cd} / (\mathrm{ctg}\,\theta + \mathrm{tg}\,\theta)$

A_{sw}= 12,06 cm^2

s= 10 cm

ν_1=ν= 0,528

B500B

γ_s= 1,15

f_{ywd}= 434,783 MPa

$V_{Rd,s}$= 12822,8 kN

α_{cw}= 1

$V_{rd,max}$= 11336,8

→$V_{Rd,s}$= 11336,8 kN

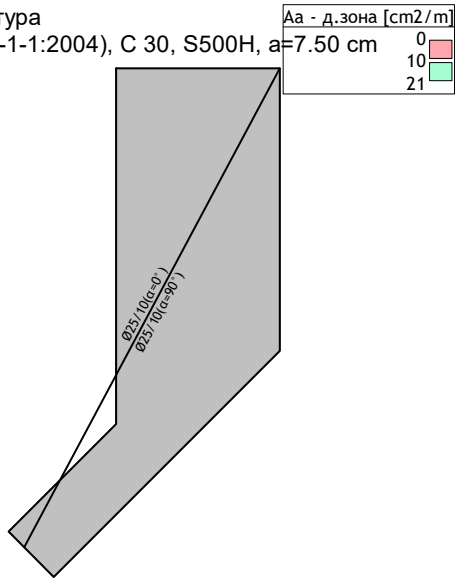
→$V_{Rd,s}/\gamma_{Bd1}$= 11336,8 kN

АРМАТУРА ЗА СМИЦАЊЕ ЈЕ ДОВОЉНА ЗА ПРИХВАТАЊЕ СИЛЕ

13.4.3 Контрола наглавне греде на пробој

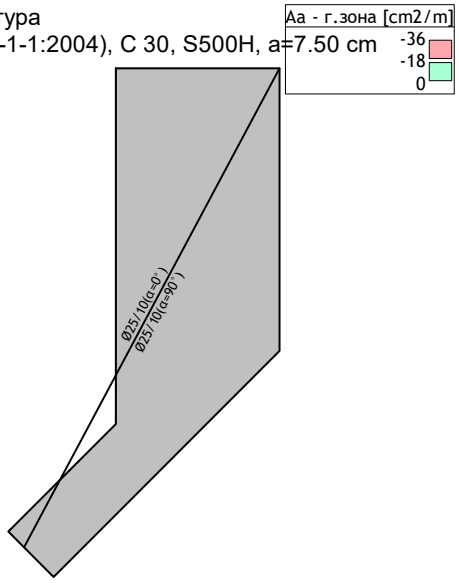
13.4.3.1 Опорац

Усвојена арматура
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H, a=7.50 cm

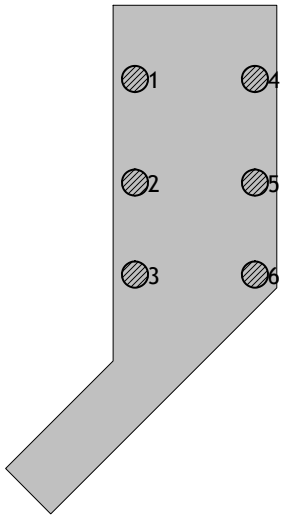


Ниво: [-9.30 m]
Аа - д.зона

Усвојена арматура
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H, a=7.50 cm



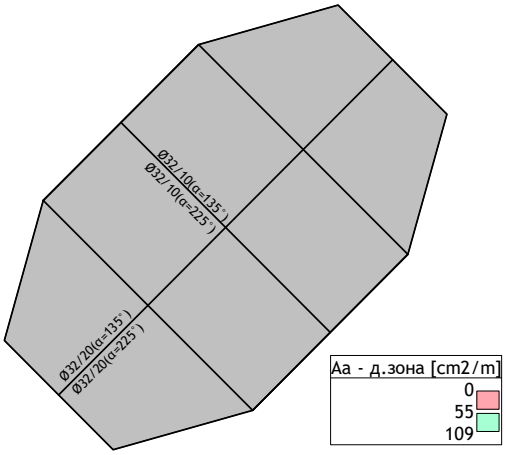
Ниво: [-9.30 m]
Аа - г.зона



Ниво: [-9.30 m]
Контрола плоча на пробијање - диспозиција

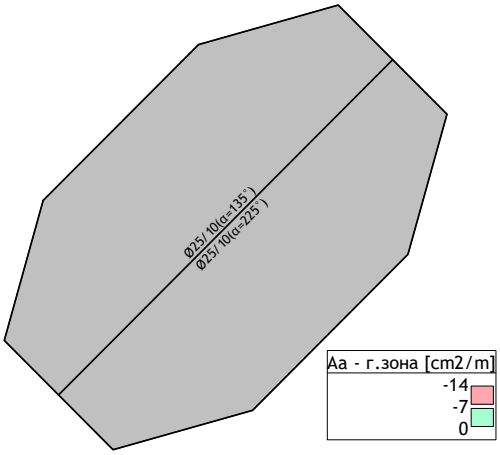
13.4.3.2 Средњиступ

Усвојена арматура
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H, a=7.50 cm

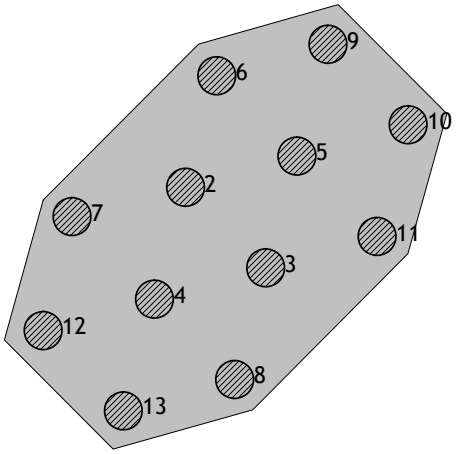


Ниво: [-13.10 m]
Aa - д.зона

Усвојена арматура
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H, a=7.50 cm

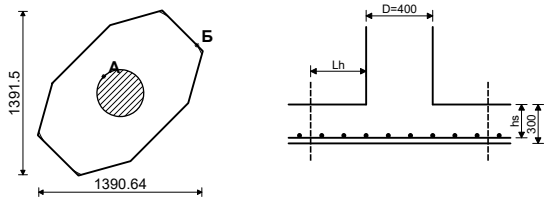


Ниво: [-13.10 m]
Aa - г.зона



Ниво: [-13.10 m]
Контрола плоча на пробијање - диспозиција

Контрола плоча на пробијање
Ниво: [-13.10 m]
Пресек 1 (27.60,5.42,-13.10)
C 30



КОНТРОЛА ПРЕСЕКА УЗ ИВИЦУ СТУБА

Меродавна комбинација:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+1.75xVI(1)-0.88xVII(1)+1.75xIX
Сила у стубу N = 50706 kN
Меродавни смичући напон (тачка А) ved = 1.416 MPa
Дебљина плоче d,pl = 3.000 m
Статичка висина плоче hs = 2.850 m
Чврстоћа бетона fck = 30.000 MPa
Рачунска чврстоћа бетона fcd = 20.000 MPa
Коефицијент v = 0.528
Коефицијент γc = 1.500
Максимална отпорност vRd,max = 5.280 MPa
Услов: ved <= vRd,max (1.42 <= 5.28)
Услов је испуњен

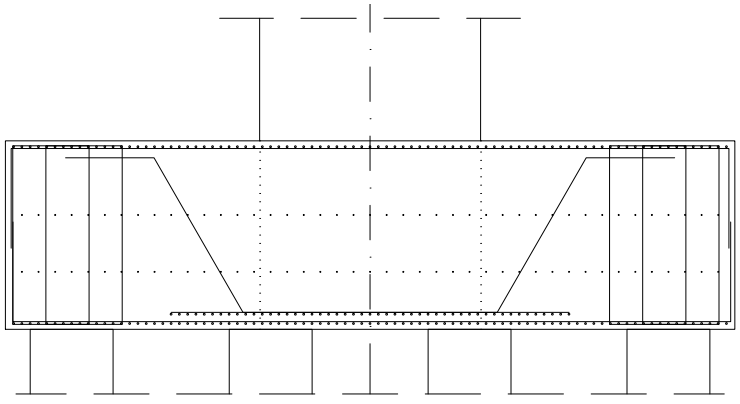
КОНТРОЛА КРИТИЧНОГ ПРЕСЕКА 1. (Lh = 5.70m од ивице стуба)

Меродавна комбинација:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+1.75xVI(1)+0.88xVII(1)+1.75xIX
Сила у стубу N = 50706 kN
Меродавни смичући напон (тачка Б) ved = 5.060 MPa
Дебљина плоче d,pl = 3.000 m
Статичка висина плоче hs = 2.850 m

Обим критичног пресека u1 = 3.516 m
Чврстоћа бетона fck = 30.000 MPa
Рачунска чврстоћа бетона fcd = 17.000 MPa
Коефицијент v = 0.528
Коефицијент γc = 1.500
Максимална отпорност vRd,max = 5.280 MPa
Услов: ved <= vRd,max (5.06 <= 5.28)
Услов је испуњен
Постојећа арматура у плочи
Проценат армирања - правац 1 ρ,1 = 0.400 %
Проценат армирања - правац 2 ρ,2 = 0.400 %
Средња вредност процента армирања ρl = 0.400 %
Коефицијент CRd,c = 0.120
Коефицијент K1 = 0.100
Коефицијент k,vmin= 0.035
Коефицијент vmin= 0.273
Нормални напон у бетону σcp = 0.003 MPa
Отпорност на пробијање плоче без додатне арматуре за обезбеђење
vRd,c = 0.348 MPa
Услов: ved <= vRd,c (5.06 <= 0.35)
Потребна је додатна арматура за обезбеђење од пробијања плоче.
Однос ved / vRd,c = 14.549
Арматура за обезбеђење од пробијања плоче S500N
Угао према главној арматури α = 90°
Размак између шипки у радијалном правцу sr = 10.000 cm

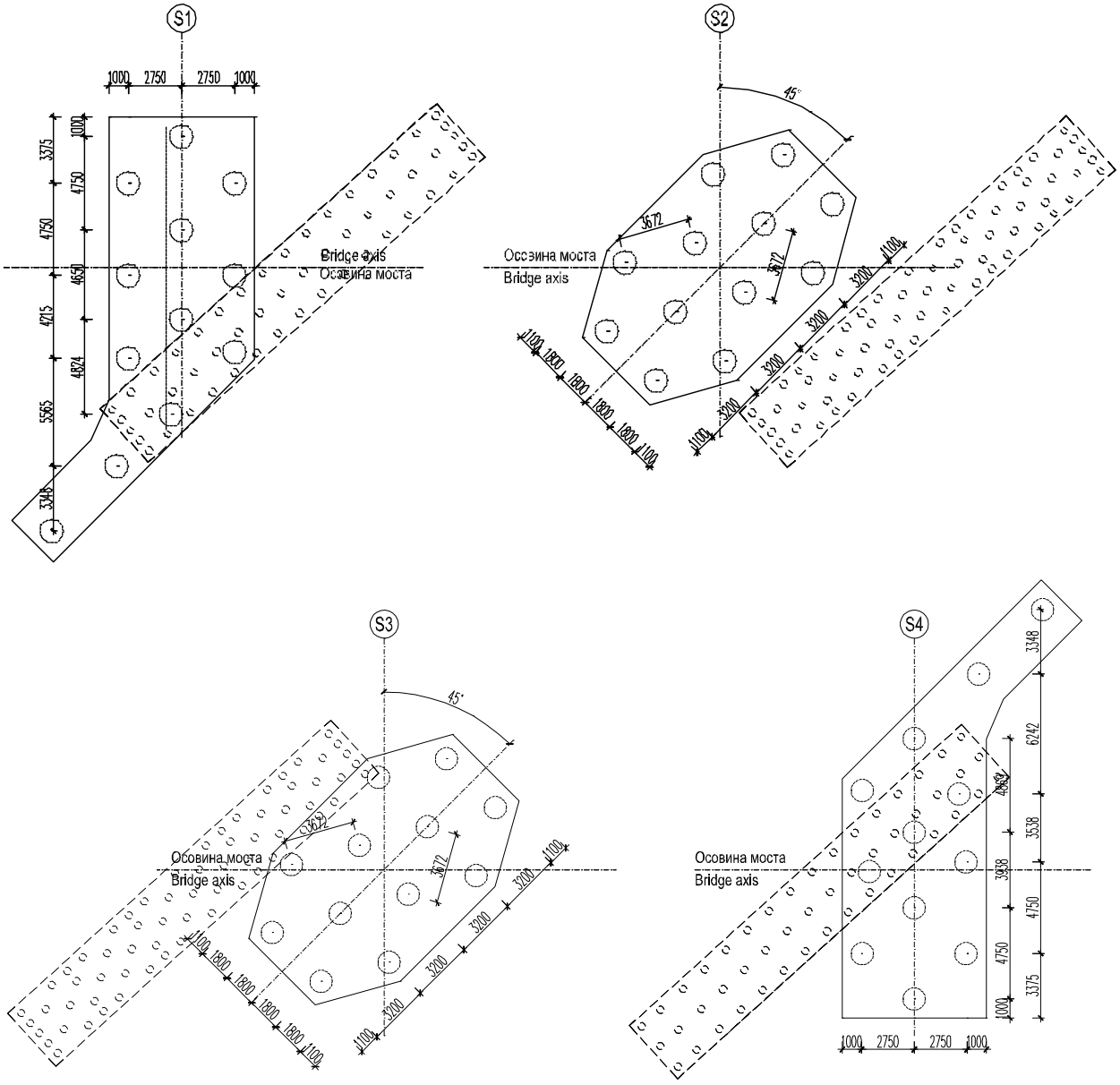
Потребна површина арматуре Asw = 22.499 cm2

Косе шипке у оба правца ***7∅32*** (A_{sw}=56.28cm^2) имају довољну носивост



13.5 **Шипови / Piles**

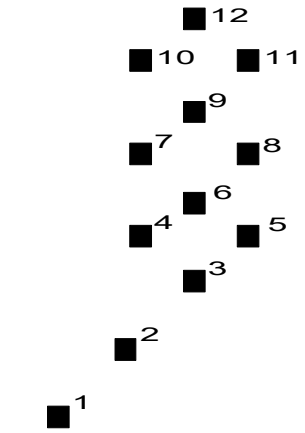
Основа шипова и постојећих шипова / Layout of piles and existing piles



13.5.1 Силе у нивоу базе шипа / Forces at pile base

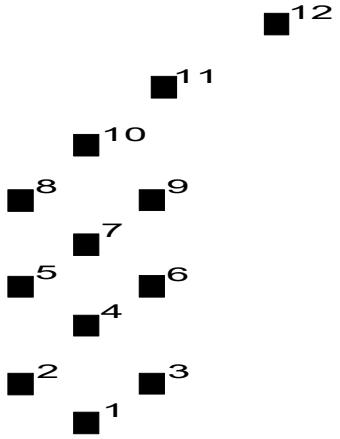
Шема означавања шипова у прорачунском моделу / Pile No. in the structural model

Обални стуб C1 / Abutment C1



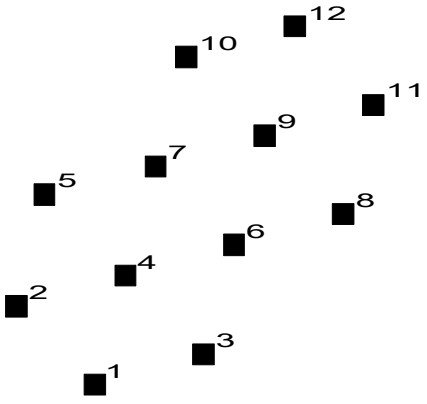
Nivo: [-26.55 m]

Обални стуб C4 / Abutment C4



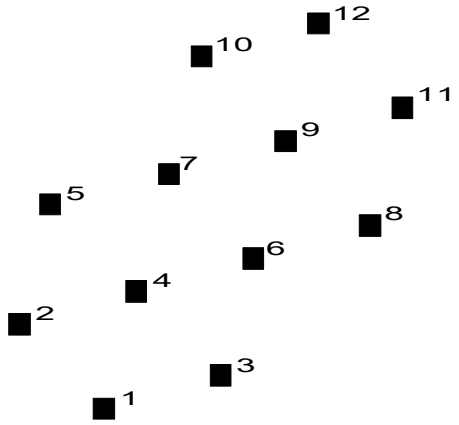
Nivo: [-26.55 m]

Стуб C2 / Pier C2



Nivo: [-36.60 m]

Стуб C3 / Pier C3



Nivo: [-36.60 m]

Табеларни преглед сила у нивоу базе шипа за појединачна оптерећења / Pile forces for individual actions

сл. опт.		Обални стуб C1 / Abutment C1 - силе у нивоу базе шипа R3 [kN]											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$G_{k1}+G_{k2}$		2625	2523	2357	2972	2118	2733	3366	2502	3172	3827	2943	3627
E_0		-1189	-219	790	-556	1632	390	-942	1227	-51	-1381	792	-496
anv.Qk1	maxR3	102	140	175	169	212	214	216	257	266	269	309	319
	minR3	-7	-13	-20	-16	-24	-21	-31	-25	-32	-71	-37	-72
Qlak		384	77	273	200	567	132	345	436	20	504	296	175
Qsk		37	37	37	6	37	11	21	9	21	53	24	54
Fdx													
Fdy													
AEx		1600	299	1152	902	2405	542	1484	1850	83	2138	1281	720
AEy		421	435	476	46	531	150	348	230	249	848	132	714

сл. опт.		Обални стуб C4 / Abutment C4 - силе у нивоу базе шипа R3 [kN]											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$G_{k1}+G_{k2}$		3545	2948	3750	3143	2560	3340	2818	2229	2992	2416	2603	2818
E_0		-512	643	-1292	-47	1097	-829	342	1516	-421	853	32	-1384
anv.Qk1	maxR3	304	302	262	257	256	210	218	217	168	170	108	28
	minR3	-33	-30	-29	-26	-23	-21	-19	-47	-15	-52	-61	-63
Qlak		194	367	607	10	523	405	141	667	222	334	58	539
Qsk		55	26	55	21	8	22	8	39	7	43	42	32
Fdx													
Fdy													
AEx		848	1412	2479	69	2069	1624	572	2694	863	1440	57	2256
AEy		651	194	754	243	140	307	80	443	75	484	498	431

сл. опт.		Стуб C2 / Pier C2 - силе у нивоу базе шипа R3 [kN]											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$G_{k1}+G_{k2}$		3228	3270	3415	3489	3499	3603	3647	3450	3524	3535	3296	3338
E_0													
anv.Qk1	maxR3	843	831	914	915	890	961	949	907	907	884	828	817
	minR3	-16	-14	-17	-16	-25	-17	-21	-16	-17	-52	-13	-46
Qlak		22	278	185	85	353	144	142	348	86	184	280	23
Qsk		47	9	53	15	25	20	20	25	14	53	9	47
Fdx		2072	2040	1081	1066	1016	18	15	1019	1067	1082	2040	2072
Fdy		555	517	1095	11	1103	559	553	1079	6	1090	521	550
AEx		211	1370	779	446	1654	649	643	1631	451	774	1374	213
AEy		1882	372	2175	637	1007	852	843	984	631	2182	352	1886

сл. опт.		Стуб C3 / Pier C3 - силе у нивоу базе шипа R3 [kN]											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$G_{k1}+G_{k2}$		3366	3292	3574	3530	3420	3664	3585	3525	3481	3377	3273	3199
E_0													
anv.Qk1	maxR3	847	828	920	913	880	961	940	908	900	869	823	803
	minR3	-15	-14	-17	-15	-25	-16	-21	-16	-17	-52	-13	-45
Qlak		35	278	169	89	343	137	135	338	89	168	279	35
Qsk		47	9	53	15	25	20	20	24	14	53	9	47
Fdx		2072	2040	1081	1066	1016	18	15	1019	1067	1082	2040	2072
Fdy		555	517	1095	11	1103	559	553	1079	6	1090	521	550
AEx		183	1253	726	407	1523	599	595	1499	408	724	1256	183
AEy		1887	335	2203	630	1050	865	854	1004	623	2183	339	1874

Комбинације оптерећења за контролу граничне носивости шипа/ Load combinatios for control of bearing capacity for individual piles

Комбинације дејстава за стална или пролазне прорачунске ситуације (Основне комбинације) / Fundamental combinations ULS

1. 1	$1.35\cdot(G_{k,1}+G_{k,2})+1.5E_0$
1. 2	$1.00\cdot(G_{k,1}+G_{k,2})+1.5E_0$
1. 3	$1.35\cdot(G_{k,1}+G_{k,2})+1.5E_0+1.45\cdot(\alpha Q_{k,1}+0.5\cdot\alpha\cdot Q_{sk}+\alpha\cdot Q_{lak})$
1. 4	$1.00\cdot(G_{k,1}+G_{k,2})+1.5E_0+1.45\cdot(\alpha Q_{k,1}+0.5\cdot\alpha\cdot Q_{sk}+\alpha\cdot Q_{lak})$

Комбинације дејстава за сеизмичке прорачунске ситуације / Combinations of actions for seismic design situations

2.1	$1.00\cdot(G_{k,1}+G_{k,2})+1.00\cdot E_0+1.00\cdot A_{Ex}+0.30\cdot A_{Ey}$
2.2	$1.00\cdot(G_{k,1}+G_{k,2})+1.00\cdot E_0+1.00\cdot A_{Ex}+0.30\cdot A_{Ey}$

Комбинације дејстава за инцидентне прорачунске ситуације / Combinations of actions for accidental design situations

2.1	$1.00\cdot(G_{k,1}+G_{k,2})+1.00\cdot E_0+1.00\cdot A_{Ex}+0.30\cdot A_{Ey}$
2.2	$1.00\cdot(G_{k,1}+G_{k,2})+1.00\cdot E_0+1.00\cdot A_{Ex}+0.30\cdot A_{Ey}$

сл. опт.		Обални стуб C1 / Abutment C1 - силе у нивоу базе шипа R3 [kN]											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ком. опт. 1.1		1760	3078	4367	3178	5307	4275	3131	5218	4206	3095	5161	4152
ком. опт. 1.2		842	2195	3542	2138	4566	3318	1953	4343	3096	1756	4131	2883
ком. опт. 1.3	maxR3	2645	3491	5185	3831	***6707***	4891	4134	6442	4726	4498	6244	5067
	minR3	1042	2887	3820	2794	4238	3996	2453	4401	4096	2040	4556	3672
ком. опт. 1.4	maxR3	1727	2608	4360	2791	5965	3935	2956	5566	3616	3158	5214	3797
	minR3	98	1998	2977	1741	3460	3030	1252	3498	2982	664	3505	2386
ком. опт. 2.1	maxR3	3162	2734	4442	3332	***6314***	3710	4012	5648	3279	4838	5056	4065
	minR3	-290	1875	1852	1500	1186	2536	836	1810	2963	54	2414	2197
ком. опт. 2.2	maxR3	2337	2829	3969	2733	5003	3436	3217	4514	3395	3935	4251	4061
	minR3	535	1779	2325	2099	2498	2810	1631	2944	2847	957	3219	2201

сл. опт.		Обални стуб C4 / Abutment C4 - силе у нивоу базе шипа R3 [kN]											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ком. опт. 1.1		4018	4944	3125	4173	5102	3266	4317	5283	3408	4541	3562	1728
ком. опт. 1.2		2777	3913	1812	3073	4206	2097	3331	4503	2361	3696	2651	742
ком. опт. 1.3	maxR3	4940	6141	4697	4659	6475	4364	4954	***6868***	4098	5463	3890	2751
	minR3	3571	4225	1960	4091	4137	2499	4030	3996	2986	3826	3316	644
ком. опт. 1.4	maxR3	3699	5109	3385	3559	5579	3195	3968	6088	3051	4617	2979	1765
	minR3	2315	3168	608	2988	3207	1303	3033	3172	1924	2956	2397	-380
ком. опт. 2.1	maxR3	4076	5061	5163	3238	5768	4227	3756	***6572***	3457	4854	2841	3819
	minR3	1990	2121	-247	2954	1546	795	2564	918	1686	1684	2429	-951
ком. опт. 2.2	maxR3	3938	4209	3956	3360	4418	3305	3412	4996	2905	4185	3150	2542
	minR3	2128	2973	960	2832	2896	1717	2908	2494	2237	2353	2120	326

сл. опт.		Стуб C2 / Pier C2 - силе у нивоу базе шипа R3 [kN]											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ком. опт. 1.1		4358	4415	4610	4710	4724	4864	4923	4658	4757	4772	4450	4506
ком. опт. 1.2		3228	3270	3415	3489	3499	3603	3647	3450	3524	3535	3296	3338
ком. опт. 1.3	maxR3	5917	6368	6585	6478	***6926***	6820	6855	6881	6512	6693	6401	6021
	minR3	4250	3894	4209	4520	4039	4564	4620	3997	4564	4312	3928	4344
ком. опт. 1.4	maxR3	4787	5224	5390	5257	5702	5559	5579	5674	5279	5455	5248	4853
	minR3	3116	2732	3000	3292	2790	3293	3333	2767	3324	3059	2756	3170
ком. опт. 2.1	maxR3	4004	4752	4847	4126	5455	4508	4543	5376	4164	4964	4776	4117
	minR3	2452	1788	1984	2852	1543	2698	2751	1524	2884	2106	1816	2559
ком. опт. 2.2	maxR3	5173	4053	5824	4260	5002	4650	4683	4923	4290	***5949***	4060	5288
	minR3	1283	2487	1006	2718	1996	2556	2611	1977	2758	1121	2532	1388
ком. опт. 3.1	maxR3	5300	5310	4496	4555	4515	3621	3662	4469	4591	4617	5336	***5410***
	minR3	1156	1230	2334	2423	2483	3585	3632	2431	2457	2453	1256	1266
ком. опт. 3.2	maxR3	3783	3787	4510	3500	4602	4162	4200	4529	3530	4625	3817	3888
	minR3	2673	2753	2320	3478	2396	3044	3094	2371	3518	2445	2775	2788

сл. опт.		Стуб C3 / Pier C3 - силе у нивоу базе шипа R3 [kN]											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ком. опт. 1.1		4544	4444	4825	4766	4617	4946	4840	4759	4699	4559	4419	4319
ком. опт. 1.2		3366	3292	3574	3530	3420	3664	3585	3525	3481	3377	3273	3199
ком. опт. 1.3	maxR3	6133	6393	6782	6537	6785	6890	6743	***6966***	6447	6425	6360	5830
	minR3	4415	3924	4452	4570	3949	4660	4549	4117	4501	4126	3898	4137
ком. опт. 1.4	maxR3	4955	5240	5531	5301	5588	5608	5489	5732	5228	5243	5214	4711
	minR3	3233	2754	3188	3328	2729	3368	3284	2861	3276	2930	2735	3011
ком. опт. 2.1	maxR3	4115	4646	4961	4126	5258	4523	4436	5325	4076	4756	4631	3944
	minR3	2617	1939	2187	2934	1582	2806	2734	1725	2886	1998	1915	2454
ком. опт. 2.2	maxR3	5308	4003	***5995***	4282	4927	4709	4618	4979	4226	5777	3989	5128
	minR3	1424	2581	1153	2778	1913	2619	2553	2071	2736	977	2557	1270
ком. опт. 3.1	maxR3	***5438***	5332	4655	4596	4436	3682	3600	4544	4548	4459	5313	5271
	minR3	1294	1252	2493	2464	2404	3646	3570	2506	2414	2295	1233	1127
ком. опт. 3.2	maxR3	3921	3809	4669	3541	4523	4223	4138	4604	3487	4467	3794	3749
	minR3	2811	2775	2479	3519	2317	3105	3032	2446	3475	2287	2752	2649

Сила затезања која се јавља у шипу 12 на стубу C4 износи -951kN, и знатно је нижа од носивости шипа на трење по омотачу.

Максималне силе у најоптерећенијем шипу / Max force in pile base

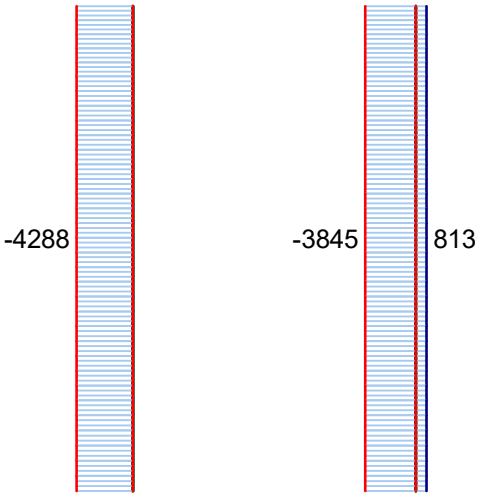
Стубно место / Pier No.	C1	C2	C3	C4
Предвиђена дужина шипа / Pile length	L=16m	L=22m	L=22m	L=16m
	Nmax [kN]	Nmax [kN]	Nmax [kN]	Nmax [kN]
Комбинације за контролу граничне носивости ULS	6707	6868	6926	6966
Bearing capacity of individual pile [kN]	9982	13394	13913	9923
Settlement of pile group [mm]	29	28	28	28

Граничне носивости шипова преузете су из Геотехничког елабората, Прилог 1.

The bearing capacity of piles are taken from the Geotechnical Study, Annex 1.

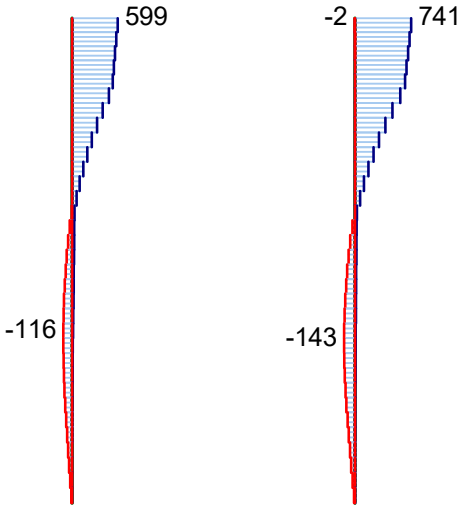
13.5.2 Статички утицаји у најоптерећенијим шиповима услед меродавних комбинација оптерећења / Internal forces and moments for relevant load combinations

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



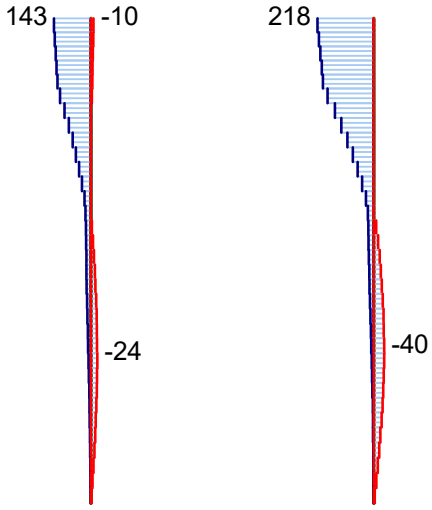
Ram: I_37
Uticaji u gredi: max N1= 813 / min N1= -4288 kN

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



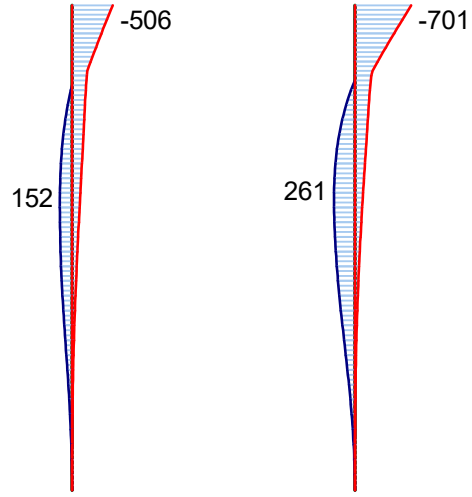
Ram: I_37
Uticaji u gredi: max T2= 741 / min T2= -143 kN

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



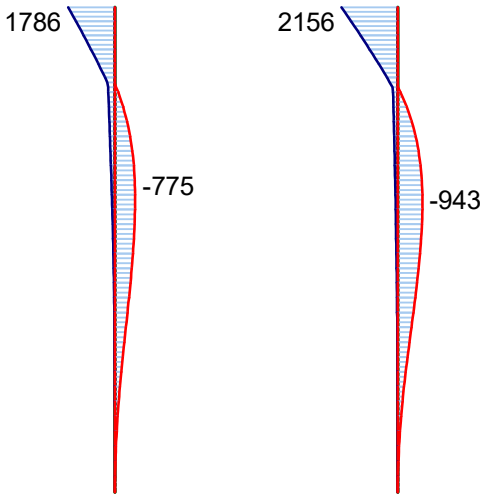
Ram: I_37
Uticaji u gredi: max T3= 218 / min T3= -40 kN

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



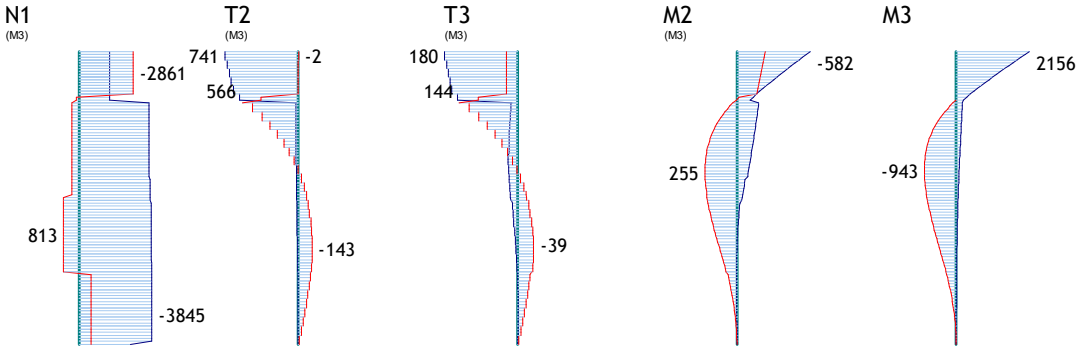
Ram: I_37
Uticaji u gredi: max M2= 261 / min M2= -701 kNm

Opt. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



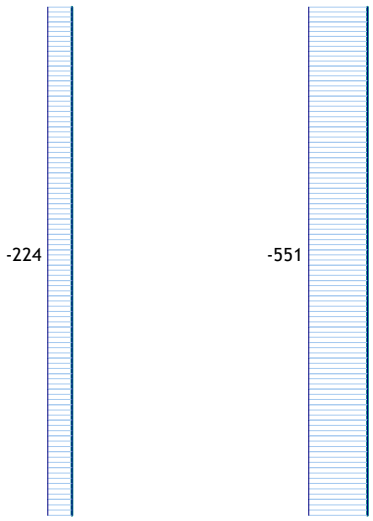
Ram: I_37
Uticaji u gredi: max M3= 2156 / min M3= -943 kNm

Опт. 51: [Osnovne/Fundamental] 12-45



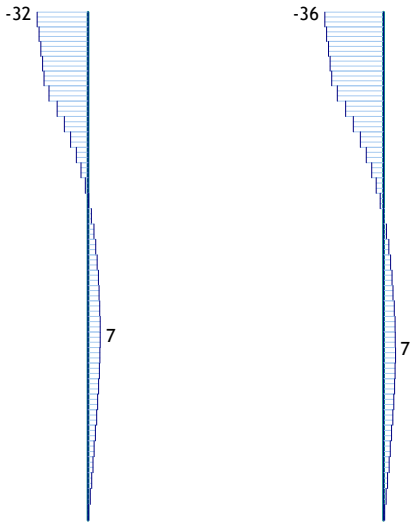
Утицаји у греди: (13735-14451)
N1 [kN], T2 [kN], T3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm]

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



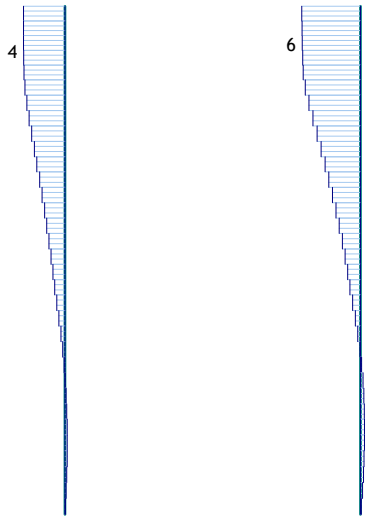
Рам: I_37
Утицаји у греди: max N1= -224 / min N1= -551 kN

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



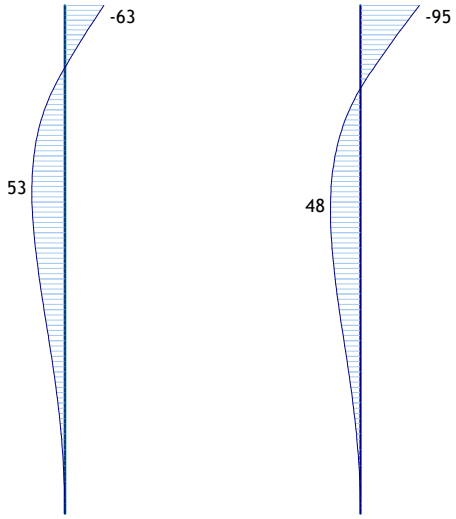
Рам: I_37
Утицаји у греди: max T2= 8 / min T2= -36 kN

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



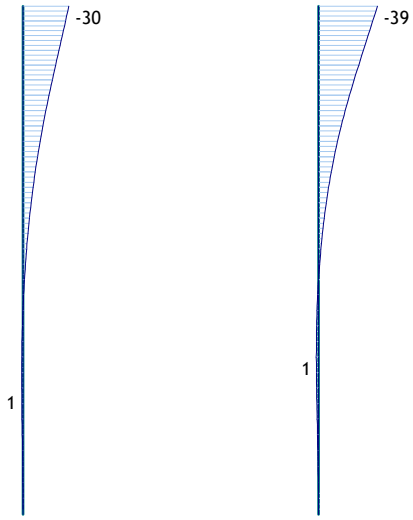
Рам: I_37
Утицаји у греди: max T3= 6 / min T3= -0 kN

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



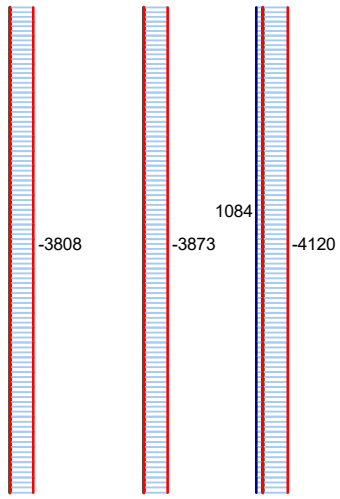
Рам: I_37
Утицаји у греди: max M3= 53 / min M3= -95 kNm

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



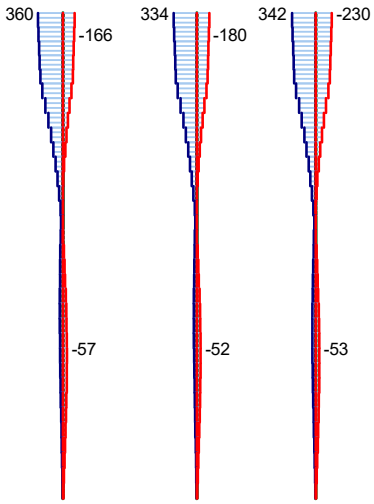
Рам: I_37
Утицаји у греди: max M2= 2 / min M2= -39 kNm

Opt. 22: [Seizmicke kom. / Seismic com.] 8-19



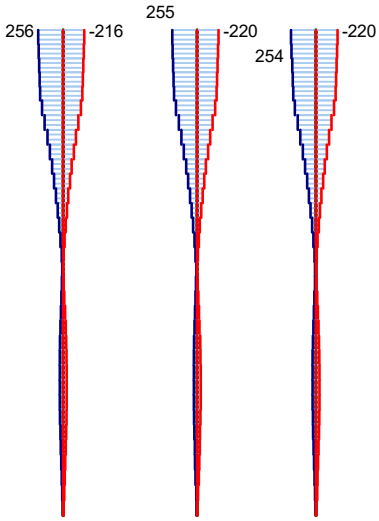
Ram: I_34
Uticaji u gredi: max N1= 1084 / min N1= -4120 kN

Opt. 22: [Seizmicke kom. / Seismic com.] 8-19



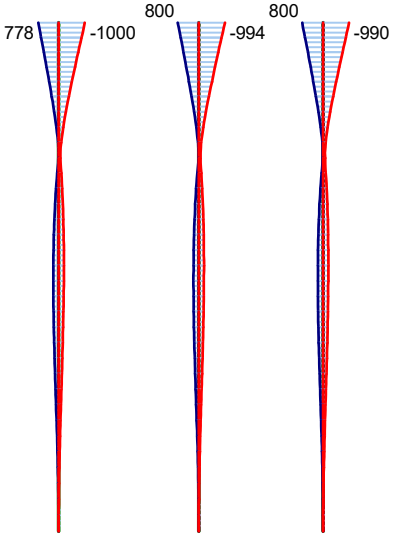
Ram: I_34
Uticaji u gredi: max T2= 360 / min T2= -230 kN

Opt. 22: [Seizmicke kom. / Seismic com.] 8-19



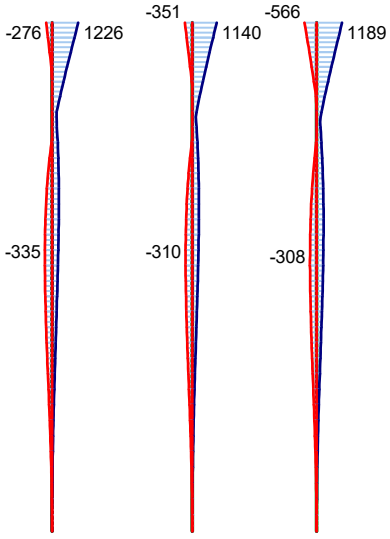
Ram: I_34
Uticaji u gredi: max T3= 256 / min T3= -220 kN

Opt. 22: [Seizmicke kom. / Seismic com.] 8-19



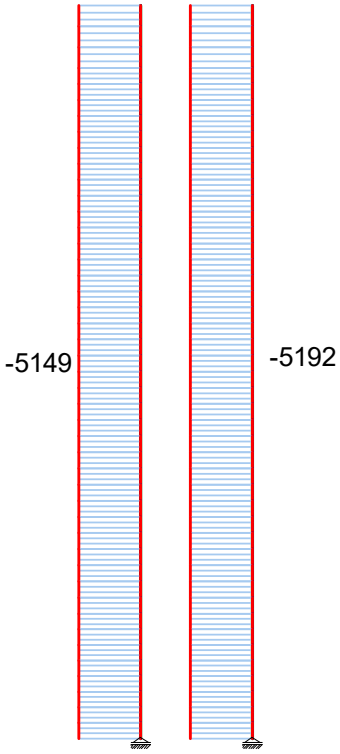
Ram: I_34
Uticaji u gredi: max M2= 800 / min M2= -1000 kNm

Opt. 22: [Seizmicke kom. / Seismic com.] 8-19



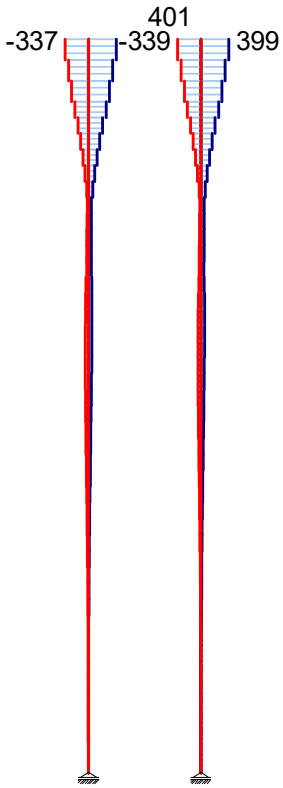
Ram: I_34
Uticaji u gredi: max M3= 1226 / min M3= -566 kNm

Opt. 9: [Incidentne kom. Accidental com.] 5-8



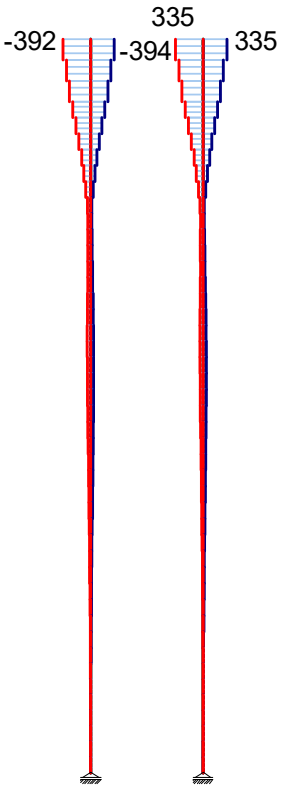
Ram: I_20
Uticaji u gredi: max N1= -1054 / min N1= -5192 kN

Opt. 9: [Incidentne kom. Accidental com.] 5-8



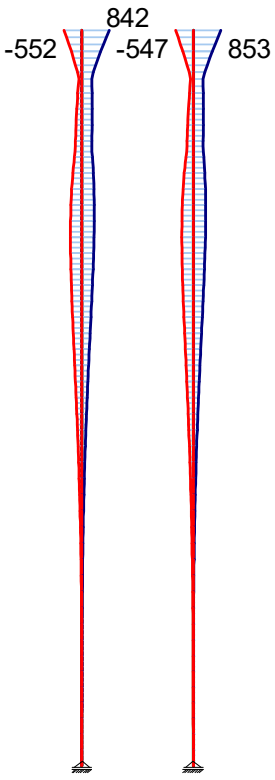
Ram: I_20
Uticaji u gredi: max T2= 401 / min T2= -339 kN

Opt. 9: [Incidentne kom. Accidental com.] 5-8



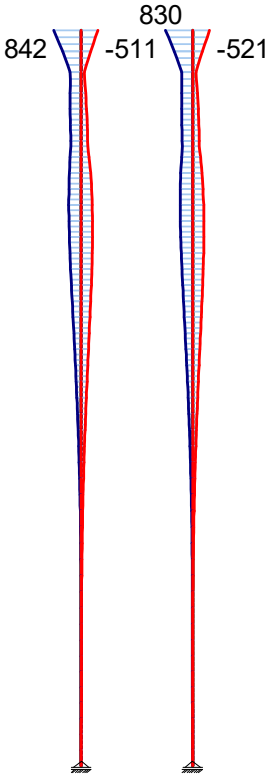
Ram: I_20
Uticaji u gredi: max T3= 335 / min T3= -394 kN

Opt. 9: [Incidentne kom. Accidental com.] 5-8



Ram: I_20
Uticaji u gredi: max M2= 853 / min M2= -552 kNm

Opt. 9: [Incidentne kom. Accidental com.] 5-8



Ram: I_20
Uticaji u gredi: max M3= 842 / min M3= -521 kNm

13.5.3 Димензионисање шипова

Минимална и максимална површина арматуре у шиповима одређена је у складу са одредбом СРПС ЕН 1992-1-1 и ЕН 1536 Поглавље 7.6.3:

Шипови / Piles Ø1200 L=16m опорци / abutments L=22m средњи стубови / piers

Подужна арматура:

Табела 9.6N – Препоручене минималне површине подужне арматуре у бушеним шиповима бетонираним на градилишту

Попречни пресек шипа: A_c	Минимална површина подужне арматуре: $A_{s,bpmin}$
$A_c \le 0{,}5\ m^2$	$A_s \ge 0{,}005 \cdot A_c$
$0{,}5\ m^2 < A_c \le 1{,}0\ m^2$	$A_s \ge 25\ cm^2$
$A_c > 1{,}0\ m^2$	$A_s \ge 0{,}0025 \cdot A_c$

Table 4 — Recommended diameters of transverse reinforcement

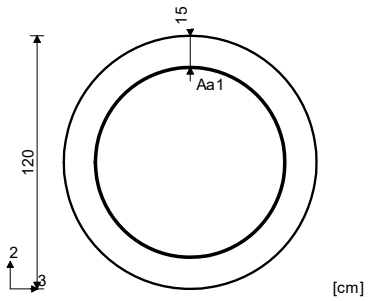
Transverse reinforcement	Diameters of transverse reinforcement
Links, hoops or helicoidal reinforcement	≥ 6 mm and ≥ one quarter of the maximum diameter of the longitudinal bars

$A_{s,min}=28.3cm^2$ $A_{s,max}=0.04 \cdot A_c = 452.4cm^2$

Основне комбинације/ Fundamental com.

M3=2156+1.45·1.21·95=2327kNm
N1=1609-1.45·1.21·(-551)=642kN
T2=741+1.45·1.21·36=804kN
T3=180+1.45·1.21·(-6)=169kN
M2=-582-1.45·1.21·39=650kNm

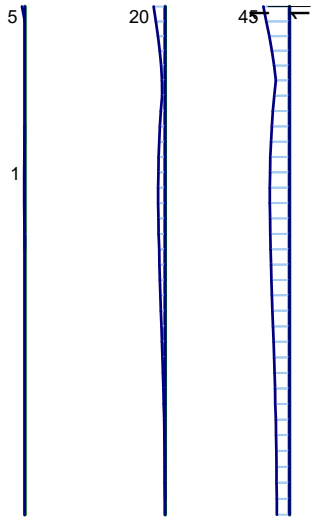
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 (γC = 1.50, γS = 1.15)
S500H



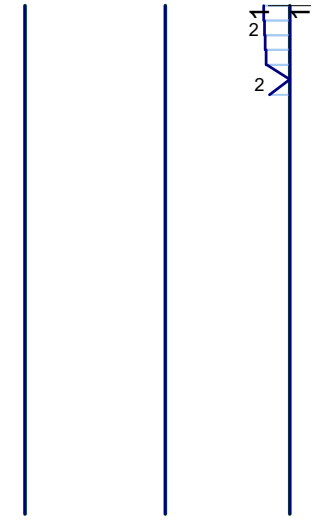
M2u = 650.00 kNm
M3u = 2327.00 kNm
N1u = -642.00 kN
T2u = 804.00 kN
T3u = 169.00 kN

εb/εa = -3.500/6.969 ‰
Aa1 = 127.15 cm2
Aa2 = 0.00 cm2
Aa3 = 0.00 cm2
Aa4 = 0.00 cm2
Aa,uz = 10.00 cm2/m (m=2)

Merodavno opterećenje: 8-19 Seizmicke kom.
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H

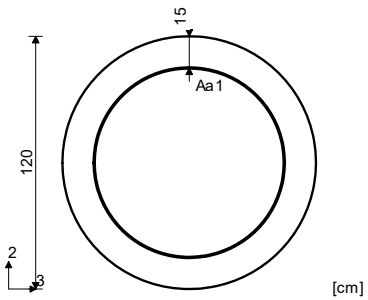


Ram: I_34
Armatura u gredama: max ΣAa= 45 cm2
Merodavno opterećenje: 8-19 Seizmicke kom.
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H



Ram: I_34
Armatura u gredama: max Aa,uz= 2 cm2

Greda 13519-11738
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 (γC = 1.20, γS = 1.00)
S500H
Dimenzionisanje grupe slučajeva opterećenja: 8-19 Seizmicke kom.



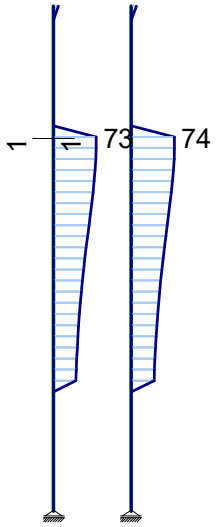
li,2 = 17.25 m (λ2 = 57.50)
li,3 = 17.25 m (λ3 = 57.50)
Nepomerljiva konstrukcija

Presek 1-1 x = 0.00m
Merodavna kombinacija za savijanje:
1.00xVIII
N1u = 768.79 kN
M2u = -465.61 kNm
M3u = -565.98 kNm

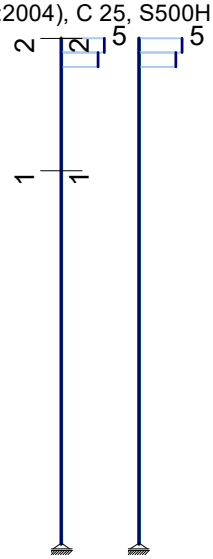
Merodavna kombinacija za smicanje:
1.00xXVI
T2u = -210.91 kN
T3u = 33.44 kN
M1u = 0.00 kNm

εb/εa = -3.500/20.365 ‰
Aa1 = 44.71 cm2
Aa2 = 0.00 cm2
Aa3 = 0.00 cm2
Aa4 = 0.00 cm2
Aa,uz = 2.26 cm2/m (m=2)

Merodavno opterećenje: 5-8 Incidentne kom.
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H

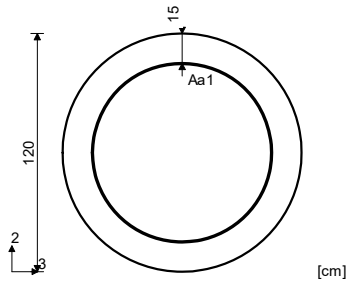


Ram: I_20
Armatura u gredama: max ΣAa= 74 cm2
Merodavno opterećenje: 5-8 Incidentne kom.
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H



Ram: I_20
Armatura u gredama: max Aa,uz= 5 cm2

Greda 351-1
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 (γC = 1.20, γS = 1.00)
S500H
Dimenzionisanje grupe slučajeva opterećenja: 5-8 Incidentne kom.



li,2 = 23.50 m (λ2 = 78.33)
li,3 = 23.50 m (λ3 = 78.33)
Nepomerljiva konstrukcija

Presek 1-1 x = 6.09m
Merodavna kombinacija za savijanje:
-1.00xI+1.00xIII+1.00xIV
N1u = -5148.70 kN
M2u = -353.44 kNm
M3u = -344.23 kNm

Merodavna kombinacija za smicanje:
-1.00xII+1.00xIII+1.00xIV
T2u = 45.24 kN
T3u = 20.02 kN
M1u = 0.00 kNm

Presek 2-2 x = 0.00m
Merodavna kombinacija za savijanje:
1.00xI+1.00xIII+1.00xIV
N1u = -1075.02 kN
M2u = -552.08 kNm
M3u = -511.04 kNm

Merodavna kombinacija za smicanje:
1.00xI+1.00xIII+1.00xIV
T2u = -336.64 kN
T3u = 335.07 kN
M1u = 0.00 kNm

εb/εa = -3.500/16.902 ‰
Aa1 = 8.35 cm2
Aa2 = 0.00 cm2
Aa3 = 0.00 cm2
Aa4 = 0.00 cm2
Aa,uz = 5.03 cm2/m (m=2)

Δe2 = 5.9<e0> + 28.0<eII> = 33.8 cm
|ΔM2| = 1742.25 kNm
Δe3 = 5.9<e0> + 28.0<eII> = 33.8 cm
|ΔM3| = 1742.49 kNm
εb/εa = -3.500/3.982 ‰
Aa1 = 72.78 cm2
Aa2 = 0.00 cm2
Aa3 = 0.00 cm2
Aa4 = 0.00 cm2
Aa,uz = 0.00 cm2/m (m=2)

Усвојено: 21ø28 (A_a=129.36 cm^2)
Спирална арматура ø12 t=10mm (A_a=11.30cm^2/m)

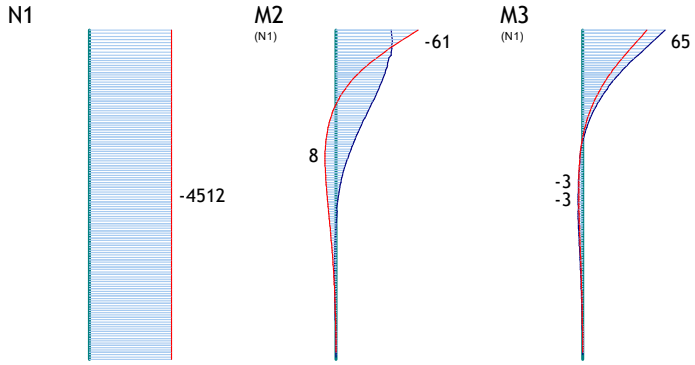
13.5.4 Контрола напона у шиповима / Stress control

Контрола напона у шиповима извршена је за карактеристичну комбинацију оптерећења и то за комбинације утицаја:

minN odgM

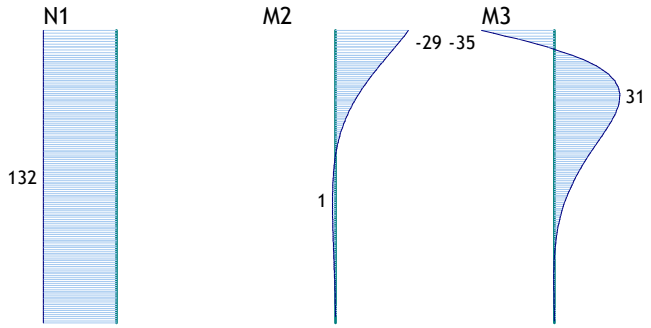
maxM odgN

Опт. 65: [Karakteristicna kom. / Characteristic com.] 50-61



Утицаји у греди: (1055-3077)
N1 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm]

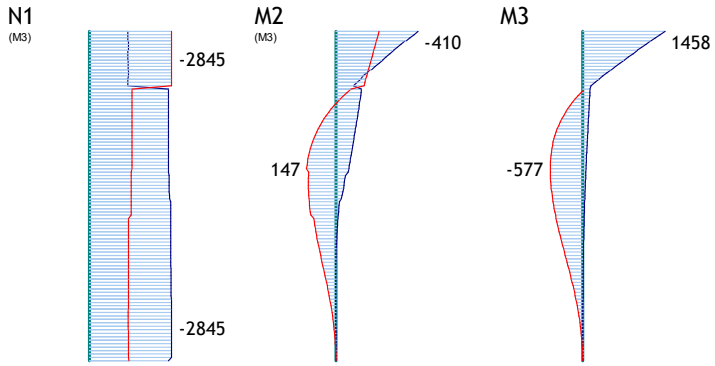
Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



Утицаји у греди: (1055-3078)
N1 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm]

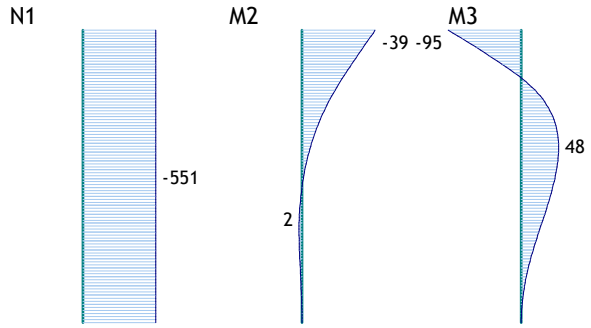
$\text{minN}=4512+1.21\cdot 132=4672\text{kN}$ $\text{odgM}=((49+1.21\cdot 35)^2+(61+1.21\cdot 29)^2)^{0.5}=133\text{kNm}$

Опт. 65: [Karakteristicna kom. / Characteristic com.] 50-61



Утицаји у греди: (13735-14451)
N1 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm]

Опт. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



Утицаји у греди: (13737-14454)
N1 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm]

odgN=1336-1.21·551=669kN maxM=((1458+1.21·95)^2+(410+1.21·39)^2)$^{0.5}$=1638kNm

Услед карактеристичне комбинације оптерећења напон притиска треба ограничити на вредност $k_1 f_{ck}=0.6 f_{ck}=0.6\cdot 25=15$Mpa, док напон затезања у арматури не треба да буде већи од $k_3 f_{yk}=0.8 f_{yk}=0.8\cdot 500=400$Mpa (СРПС ЕН 1992-1-1, СРПС ЕН 1992-1-1/НА, 7.2 (2) и (5)).

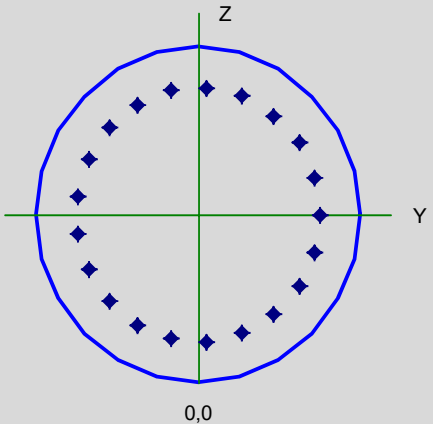
Materials:

f_{ck} =	25 MPa	E_{cm} =	31,5 GPa
f_{yk} =	500 MPa	E_s =	200 GPa
γ_c =	1,5		
γ_s =	1,15		
a_{CC} =	0,85		

Section Properties:

Diameter = 1200 mm

Concrete section		Transformed section	
A_C =	1130973 mm²	A_T =	1200234 mm²
I_C =	1E+11 mm⁴	I_T =	1,09E+11 mm⁴
Y_{bC} =	600 mm	Y_{bT} =	600 mm



Reinforcing bars:

Bar Diameter =	28 mm
No.bars =	21 (< 300)
Σ(As) =	12936 mm²
ΣAs/Ac =	0,01144
Concrete cover =	120 mm
Spiral/Stirrup dia. =	12 mm

SLS Loads

P = 4672 kN (+ for compression)
M = 133 kNm (+ for tension on the bottom)

Calculate stresses

Solved

Materials

f_{yk} =	500 MPa	E_s =	200000 MPa
f_{ck} =	25 MPa		
f_{cm} =	33 MPa	E_{cm} =	31476 MPa
$f_{ct,eff}=f_{ctm}=0.3 f_{ck}^{(2/3)}$ =	2,56 MPa		
Creep factor, Ct =	2		
Long term concrete $E_{ctm}= E_{cm}/(1+C_t)$ =	10492 MPa	E_s/E_{ctm}=	19,06

Results of SLS analysis

Neutral axis from compression edge, x =	3840,0	mm
Maximum concrete stress, fc.max =	4,06	MPa
Maximum steel stress, fs.max =	-56,1	MPa
at y_{st} =	1052,73	mm
Number of bars in tension =	0	
Centroid of tensile steel from compr. edge, d =	#DIV/0!	mm
Concrete strain $\varepsilon_c = -f_{c.max}/E_{ctm}$ =	-0,0004	
Curvature $\varphi = -\varepsilon_c/x$ =	1E-07	mm^{-1}

SLS Loads

P = 669 kN (+ for compression)

M = 1638 kNm (+ for tension on the bottom)

Calculate stresses

Solved

Materials

f_{yk} =	500 MPa	E_s =	200000 MPa
f_{ck} =	25 MPa		
f_{cm} =	33 MPa	E_{cm} =	31476 MPa
$f_{ct,eff}=f_{ctm}=0.3f_{ck}^{(2/3)}$ =	2,56 MPa		
Creep factor, Ct =	2		
Long term concrete $E_{ctm}= E_{cm}/(1+C_t)$ =	10492 MPa	E_s/E_{ctm}=	19,06

Results of SLS analysis

Neutral axis from compression edge, x =	428,5	mm
Maximum concrete stress, fc.max =	13,43	MPa
Maximum steel stress, fs.max =	373,1	MPa
at y_{st} =	1052,73	mm
Number of bars in tension =	13	
Centroid of tensile steel from compr. edge, d =	817,5	mm
Concrete strain $\varepsilon_c = -f_{c.max}/E_{ctm}$ =	-0,0013	
Curvature $\varphi = -\varepsilon_c/x$ =	3E-06	mm^{-1}

Услови у погледу ограничења напона су задовољени

The stress limitation are met.

14. ПРИЛОГ 1: Извод из геомеханичког елабората / ANNEX 1: Excerpt from the geotechnical study

Извод из Геотехничког елабората / Excerpt from the Geotechnical Study

4.7. Меродавни параметри слојева за геостатичке прорачуне

Описи својстава слојева, њихове карактеристике од значаја за процену геотехничких услова изградње и фундирања објекта, дати су у претходном поглављу.

Меродавни параметри тла за геостатичке прорачуне у зонама у којима ће бити вршено темељење на шиповима, усвојени су на основу лабораторијских и теренских опита и приказани су у Табелама 15-20. Усвојена су четири прорачунска модела терена за свако стубно место.

Вредностии хоризонталног модула реакције тла (k_h) по методи Весића из 1961. године одређене су на основу модула еластичности (E_s), момента инерције (I_p) и модула еластичности шипа (E_p), пречника шипа (d) као и Поасоновог коефицијента (ν) ,користећи следеће формуле:

$$k_h = \frac{0.65}{d} \cdot \sqrt[12]{\frac{E_s \cdot d^4}{E_p \cdot I_p}} \cdot \frac{E_s}{1-\nu^2}$$ Весић, 1961.

$$M_v = E_s \cdot \frac{1-\nu}{(1-2\nu)\cdot(1+\nu)}$$ Теорија еластичности

$$I_p = \frac{r^4\pi}{4}$$ Момент инерције кружног шипа

Вредности хоризонталног модула реакције тла (k_h) по методи Mayerhof-a и Baike-a из 1963. године, одређене су на основу модула еластичности (E_s), пречника шипа (d) као и Поасоновог коефицијента (ν), користећи следећу формулу:

$$k_h = \frac{E_s}{d\cdot(1-\nu^2)}$$ Mayerhof & Baike, 1963.

Табела 16. Преглед усвојених параметара за стубно место 1 (C_1)

Ознака слоја	Дубина (m)	Дебљина (m)	γ (kN/m³)	φ (°)	c (kN/m²)	M_v (MN/m²)	ν	E_s (MN/m²)	E_p (MN/m²)	k_h Весић (MN/m³)	k_h Mayerhof & Baike (MN/m³)
Sil-CII	3.75	3.75	19.60	16	31	4.2	0.4	1.96		0.73	1.94
	5.80	2.05									
siSa-siSaP	6.00	0.20	20.00	29	9	17.7	0.3	13.15		5.28	12.04
	13.30	7.30									
siSaP-SaP	18.00	4.70	20.70	33	6	20.4	0.2	22.95	30000	9.15	19.92
	20.90	2.90						33.48		13.78	29.06
	25.20	4.30						18.36		7.19	15.94
	29.80	4.60						24.03		9.62	20.86
	32.00	2.20						33.35		13.72	28.95
	37.00	5.00						51.30		21.88	44.53

Табела 17. Преглед усвојених параметара за стубно место 2 (C_2)

Ознака слоја	Дубина (m)	Дебљина (m)	γ (kN/m³)	φ (°)	c (kN/m²)	M_v (MN/m³)	ν	E_s (MN/m³)	E_p (MN/m³)	k_h Весић (MN/m³)	k_h Mayerhof & Baike (MN/m³)
siSa-siSaP	5.90	5.90	20.00	29	9	17.7	0.3	13.15		5.28	12.04
siSaP-SaP	12.80	6.90	20.70	33	6	20.4	0.2	22.95		9.15	19.92
	15.70	2.90						33.48		13.78	29.06
	20.00	4.30						18.36		7.19	15.94
	24.60	4.60						24.03		9.62	20.86
	26.90	2.30						33.35		13.72	28.95
	32.00	5.80						51.30		21.88	44.53

Табела 18. Преглед усвојених параметара за стубно место 3 (C_3)

Ознака слоја	Дубина (m)	Дебљина (m)	γ (kN/m³)	φ (°)	c (kN/m²)	M_v (MN/m³)	ν	E_s (MN/m³)	E_p (MN/m³)	k_h Весић (MN/m³)	k_h Mayerhof & Baike (MN/m³)
Sil-Cll	3.90	3.90	19.60	16	31	4.2	0.4	1.96		0.73	1.94
siSa-siSaP	7.70	3.80	20.00	29	9	17.7	0.3	13.15		5.28	12.04
siSaP-SaP	13.90	6.20	20.70	33	6	20.4	0.2	22.95		9.15	19.92
	16.80	2.90						33.48	30000	13.78	29.06
	21.10	4.30						18.36		7.19	15.94
	25.70	4.60						24.03		9.62	20.86
	28.00	2.30						33.35		13.72	28.95
	33.00	5.00						51.30		21.88	44.53

Табела 19. Преглед усвојених параметара за стубно место 4 (C_4)

Ознака слоја	Дубина (m)	Дебљина (m)	γ (kN/m³)	φ (°)	c (kN/m²)	M_v (MN/m³)	ν	E_s (MN/m³)	E_p (MN/m³)	k_h Весић (MN/m³)	k_h Mayerhof & Baike (MN/m³)
Sil-Cll	3.75	3.75	19.60	16	31	4.2	0.4	1.96		0.73	1.94
	5.40	1.65									
siSa-siSaP	10.30	4.90	20.00	29	9	17.7	0.3	13.15		5.28	12.04
siSaP-SaP	12.20	1.90	20.70	33	6	20.4	0.2	22.95		9.15	19.92
	18.00	5.80						33.48	30000	13.78	29.06
	20.90	2.90						18.36		7.19	15.94
	25.20	4.30						24.03		9.62	20.86
	29.80	4.60						33.35		13.72	28.95
	32.00	2.20						51.30		21.88	44.53

Важно је напоменути да су у оквиру табела меродавних параметара тла приказане вредности угла унутрашњег трења, кохезије и модула стишљивости тла које су препоручене усвојене вредности и као такве фигурирају у прорачуну.

Са друге стране, вредности модула еластичности и коефицијента хоризонталне крутости тла приказане су са променом (порастом) дубине. Оваквим начином приказа пројектанту конструкције моста омогућен је прецизнији одабир коефицијента крутости тла.

Вредности модула стишљивости, модула еластичности и коефицијента крутости тла срачунате су на основу резултата опита статичке пенетрације (Поглавље 3.2.4.).

Геотехнички елаборат - геотехнички услови изградње објекта: Мост на km: 0+796.33 постојећи мост

5.2. Прорачун дозвољене носивости и прогнозног слегања тла

Анализе носивости и слегања појединачних шипова као и групе шипова извршене су на основу усвојених дубина фундирања у нивоу наглавних греда, облика и димензија наглавних греда као и распореда шипова на наглавним гредама, облика и димензија шипова и њихових предложених дужина.

Прорачун дозвољене носивости и слегања извршен је у софтверу "GEO5", користећи "Pile group" софтверски пакет. Анализа је спроведена за прорачунски приступ 2 (ДА2). Прорачуни су спроведени аналитичком анализом. Битно је напоменути да је у случају аналитичке анализе коефицијент ефикасности групе шипова уврштен у коначни резултат носивости групе шипова.

Добијени резултати прорачуна дозвољене носивости као и прогнозног слегања темељног тла за дужину шипова предложену од стране Инвеститора приказани су у оквиру Табеле 21.

Табела 21. Преглед резултата анализе носивости и слегања за појединачан шип и групу шипова

Стубно место	Дужина шипа (m)	Пречник шипа (m)	Резултати анализе				Прогнозно слегање групе шипова (mm)
			Rs (kN)	Rb (kN)	Rc (kN)	Rg (kN)	
C1	16.0	1.2	5508,54	4473,14	9981,69	89835,19	29,0
C2	22.0	1.2	8304,01	5089,62	13393,62	112506,45	28,4
C3	22.0	1.2	8667,48	5246,05	13913,53	116873,65	27,7
C4	16.0	1.2	5410,73	4512,65	9923,37	89310,37	28,0

На основу резултата спроведене анализе носивости темељног тла може се закључити да је за пројектоване дужине шипова услов у погледу носивости задовољен за случај појединачних шипова као и за случај групе шипова.

На основу спроведене прорачунске анализе прогнозног слегања темељног тла може се закључити да је за пројектоване дужине шипова услов у погледу слегања групе шипова задовољен, и да су вредности прогнозног слегања тла у границама дозвољеног (у складу са "SRPS EN 1997-1/NA:2020").

Резултати верификације дати су у Прилогу E1/2-1.5.1.7.

Verification of pile group

Input data

Project

Task : Study of geological researches of the field for the purposes od modernisation and reconstruction of the Hungary-Ser on territhory of Serbia, on section Novi Sad-Subotica-state border
Part : Section I, the Bridge over canel Savino Selo on km: 0+796.33
Description : Pillar site I
Customer : CRDC
Author : Milić Jelena, M.Sc.Geol.Eng.
Date : 15.4.2021.

Settings

Standard - EN 1997 - DA2

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 : standard
Steel structures : EN 1993-1-1 (EC3)
Partial factor on bearing capacity of steel cross section : γ_{M0} = 1,00

Pile Group

Analysis for drained conditions : NAVFAC DM 7.2
Efficiency of pile group : La Barré (CSN 73 1002)
Verification methodology : according to EN 1997
Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	γ_G =	1,35	[-]	1,00	[-]

Partial factors for resistances (R)			
Permanent design situation			
Partial factor on shaft resistance :	γ_s =	1,10	[-]
Partial factor on base resistance :	γ_b =	1,10	[-]

Soil parameters

cl3a-cl3aP
Unit weight : γ = 20,00 kN/m³
Oedometric modulus : E_{oed} = 17,70 MPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20,00 kN/m³
Angle of internal friction : φ_{ef} = 29,00 °

cl3aP-3aP
Unit weight : γ = 20,70 kN/m³
Oedometric modulus : E_{oed} = 20,40 MPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20,70 kN/m³
Angle of internal friction : φ_{ef} = 33,00 °

3II-CII
Unit weight : γ = 19,60 kN/m³
Oedometric modulus : E_{oed} = 4,20 MPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 19,60 kN/m³
Cohesion of soil : c_u = 62,00 kPa
Adhesion factor : α = 0,67
Angle of internal friction : φ_{ef} = 16,00 °

Geometry

Depth from ground surface h_z = 0,00 m
Pile head offset h = -5,50 m
Thickness of pile cap t = 2,50 m
Length of piles l = 16,00 m

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	5,80	0,00 .. 5,80	SII-CII	
2	7,50	5,80 .. 13,30	slSa-slSaP	
3	23,70	13,30 .. 37,00	slSaP-SaP	
4	-	37,00 .. ∞	slSaP-SaP	

Load

No.	Load new	Load change	Name	Type	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]
1	Yes		Load No. 1	Design	54475,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Yes		Load No. 2	Service	40100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ground water table

The ground water table is at a depth of 3,75 m from the original terrain.

Global settings

Analysis type : analytical solution
Type of soil : cohesionless soil

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Analysis of bearing capacity - input data

Analysis carried out with an automatic selection of the most unfavorable load cases.
Factor determining critical depth : : k_{dc} = 24,00
Factor of bearing capacity N_q was computed.

Analysis of bearing capacity of pile group in cohesionless soils

Max. vertical force includes self-weight of pile cap.

Pile skin bearing capacity	R_s	= 5508,54	kN
Pile base bearing capacity	R_b	= 4473,14	kN
Vertical bearing capacity of single pile	R_c	= 9981,69	kN
Efficiency of pile group	η_g	= 0,75	
Vertical bearing capacity of pile group	R_g	= 89835,19	kN
Maximum vertical force	V_d	= 54475,00	kN

R_g = 89835,19 kN > 54475,00 kN = V_d

Vertical bearing capacity of pile group is SATISFACTORY

Verification No. 1

Analysis of load settlement curve - partial results

Correction factor for pile compressibility	C_k	= 0,93
Correction factor for Poisson's ratio of soil	C_v	= 0,78
Correction factor for stiffness of bearing stratum	C_b	= 1,48
Base-load proportion for incompressible pile	β_0	= 0,08
Proportion of applied load transferred to pile base	β	= 0,08

Influence coefficients of settlement :

Basic - dependent on ratio l/d	I_0	= 0,09
Correction factor for pile compressibility	R_k	= 1,15
Correction factor for finite depth of layer on a rigid base	R_h	= 1,00
Correction factor for Poisson's ratio of soil	R_v	= 0,88

Analysis of settlement of pile group in cohesionless soils

Max. vertical force includes self-weight of pile cap.

Group settlement factor	g_f	= 3,01	
Load at the onset of mobilization of skin friction	R_{yu}	= 79211,71	kN
The settlement for the force Ryu	s_y	= 57,3	mm
Total resistance	R_c	= 83504,65	kN
Maximum settlement	s_{lim}	= 100,0	mm

The settlement for maximum service load V = 40100,00 kN is 29,0 mm.

Verification of pile group

Input data

Project

Task : Study of geological researches of the field for the purposes od modernisation and reconstruction of the Hungary-Ser on territhory of Serbia, on section Novi Sad-Subotica-state border
Part : Section I, the Bridge over canal Savino Selo on km: 0+796.33
Description : Pillar site II
Customer : CRDC
Author : Milić Jelena, M.Sc.Geol.Eng.
Date : 15.4.2021.

Settings

Standard - EN 1997 - DA2

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 : standard
Steel structures : EN 1993-1-1 (EC3)
Partial factor on bearing capacity of steel cross section : γ_{M0} = 1,00

Pile Group

Analysis for drained conditions : NAVFAC DM 7.2
Efficiency of pile group : La Barre (CSN 73 1002)
Verification methodology : according to EN 1997
Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	γ_G =	1,35	[-]	1,00	[-]

Partial factors for resistances (R)			
Permanent design situation			
Partial factor on shaft resistance :	γ_s =	1,10	[-]
Partial factor on base resistance :	γ_b =	1,10	[-]

Soil parameters

clSa-clSaP

Unit weight : γ = 20,00 kN/m³
Oedometric modulus : E_{oed} = 17,70 MPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20,00 kN/m³
Angle of internal friction : φ_{ef} = 29,00 °

clSaP-SaP

Unit weight : γ = 20,70 kN/m³
Oedometric modulus : E_{oed} = 20,40 MPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20,70 kN/m³
Angle of internal friction : φ_{ef} = 33,00 °

Construction

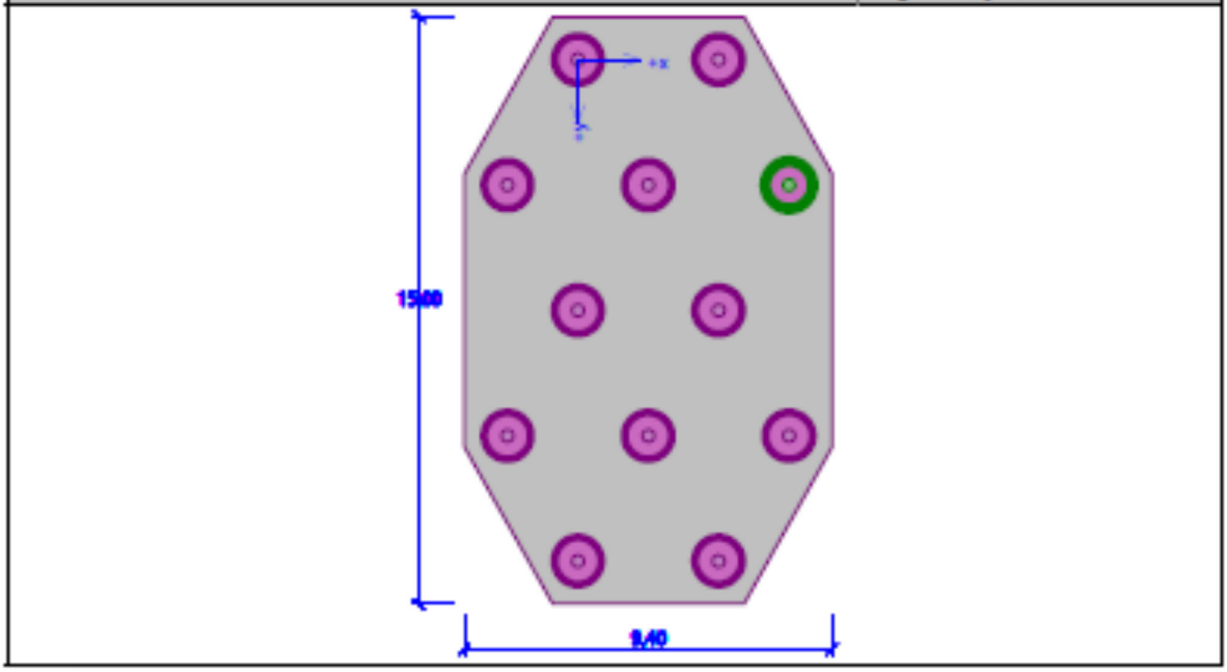
Pile diameter d = 1,20 m
Cap overlap o = 0,50 m

Coordinates of piles

No.	x [m]	y [m]
1	0,00	0,00
2	3,60	0,00
3	1,80	3,20
4	-1,80	3,20
5	5,40	3,20
6	0,00	6,40
7	3,60	6,40
8	1,80	9,60
9	-1,80	9,60

No.	x [m]	y [m]
10	5,40	9,60
11	0,00	12,80
12	3,60	12,80

Name : Structure | Stage - analysis : 1 - 0



Geometry

Depth from ground surface h_z = 0,00 m
Pile head offset h = -5,60 m
Thickness of pile cap t = 3,00 m
Length of piles l = 22,00 m

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	5,90	0,00 .. 5,90	slSa-slSaP	
2	26,10	5,90 .. 32,00	slSaP-SaP	
3	-	32,00 .. ∞	slSaP-SaP	

Load

No.	Load new	Load change	Name	Type	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]
1	Yes		Load No. 1	Design	70420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Yes		Load No. 2	Service	51200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ground water table

The ground water table is at a depth of 0,00 m from the original terrain.

Global settings

Analysis type : analytical solution
Type of soil : cohesionless soil

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Analysis of bearing capacity - input data

Analysis carried out with an automatic selection of the most unfavorable load cases.
Factor determining critical depth : : k_{dc} = 24,00
Factor of bearing capacity N_q was computed.

Analysis of bearing capacity of pile group in cohesionless soils

Max. vertical force includes self-weight of pile cap.

Pile skin bearing capacity	R_s =	8304,01	kN
Pile base bearing capacity	R_b =	5089,62	kN
Vertical bearing capacity of single pile	R_c =	13393,62	kN
Efficiency of pile group	η_g =	0,70	
Vertical bearing capacity of pile group	R_g =	112506,45	kN
Maximum vertical force	V_d =	70420,00	kN

R_g = 112506,45 kN > 70420,00 kN = V_d

Vertical bearing capacity of pile group is SATISFACTORY

Verification No. 1

Analysis of load settlement curve - partial results

Correction factor for pile compressibility	C_k =	0,91
Correction factor for Poisson's ratio of soil	C_v =	0,77
Correction factor for stiffness of bearing stratum	C_b =	1,00
Base-load proportion for incompressible pile	β_0 =	0,06
Proportion of applied load transferred to pile base	β =	0,05

Influence coefficients of settlement :

Basic - dependent on ratio l/d	I_0 =	0,08
Correction factor for pile compressibility	R_k =	1,24
Correction factor for finite depth of layer on a rigid base	R_h =	1,00
Correction factor for Poisson's ratio of soil	R_v =	0,86

Analysis of settlement of pile group in cohesionless soils

Max. vertical force includes self-weight of pile cap.

Group settlement factor	g_f =	2,80	
Load at the onset of mobilization of skin friction	R_{yu} =	114809,73	kN
The settlement for the force Ryu	s_y =	63,6	mm
Total resistance	R_c =	117536,21	kN
Maximum settlement	s_{lim} =	100,0	mm

The settlement for maximum service load V = 51200,00 kN is 28,4 mm.

Verification of pile group

Input data

Project

Task : Study of geological researches of the field for the purposes od modernisation and reconstruction of the Hungary-Serbi
on territhory of Serbia, on section Novi Sad-Subotica-state border
Part : Section I, the Bridge over canal Savino Selo on km: 0+796.33
Description : Pillar site III
Customer : CRDC
Author : Milić Jelena, M.Sc.Geol.Eng.
Date : 15.4.2021.

Settings

Standard - EN 1997 - DA2

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 : standard
Steel structures : EN 1993-1-1 (EC3)
Partial factor on bearing capacity of steel cross section : γ_{M0} = 1,00

Pile Group

Analysis for drained conditions : NAVFAC DM 7.2
Efficiency of pile group : La Barré (CSN 73 1002)
Verification methodology : according to EN 1997
Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	γ_G =	1,35	[-]	1,00	[-]

Partial factors for resistances (R)			
Permanent design situation			
Partial factor on shaft resistance :	γ_s =	1,10	[-]
Partial factor on base resistance :	γ_b =	1,10	[-]

Soil parameters

sl3a-sl3aP
Unit weight : γ = 20,00 kN/m³
Oedometric modulus : E_{oed} = 17,70 MPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20,00 kN/m³
Angle of internal friction : φ_{ef} = 29,00 °

sl3aP-3aP
Unit weight : γ = 20,70 kN/m³
Oedometric modulus : E_{oed} = 20,40 MPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20,70 kN/m³
Angle of internal friction : φ_{ef} = 33,00 °

3II-CII
Unit weight : γ = 19,60 kN/m³
Oedometric modulus : E_{oed} = 4,20 MPa
Saturated unit weight : γ_{sat} = 19,60 kN/m³
Cohesion of soil : c_u = 62,00 kPa
Adhesion factor : α = 0,67
Angle of internal friction : φ_{ef} = 16,00 °

Construction

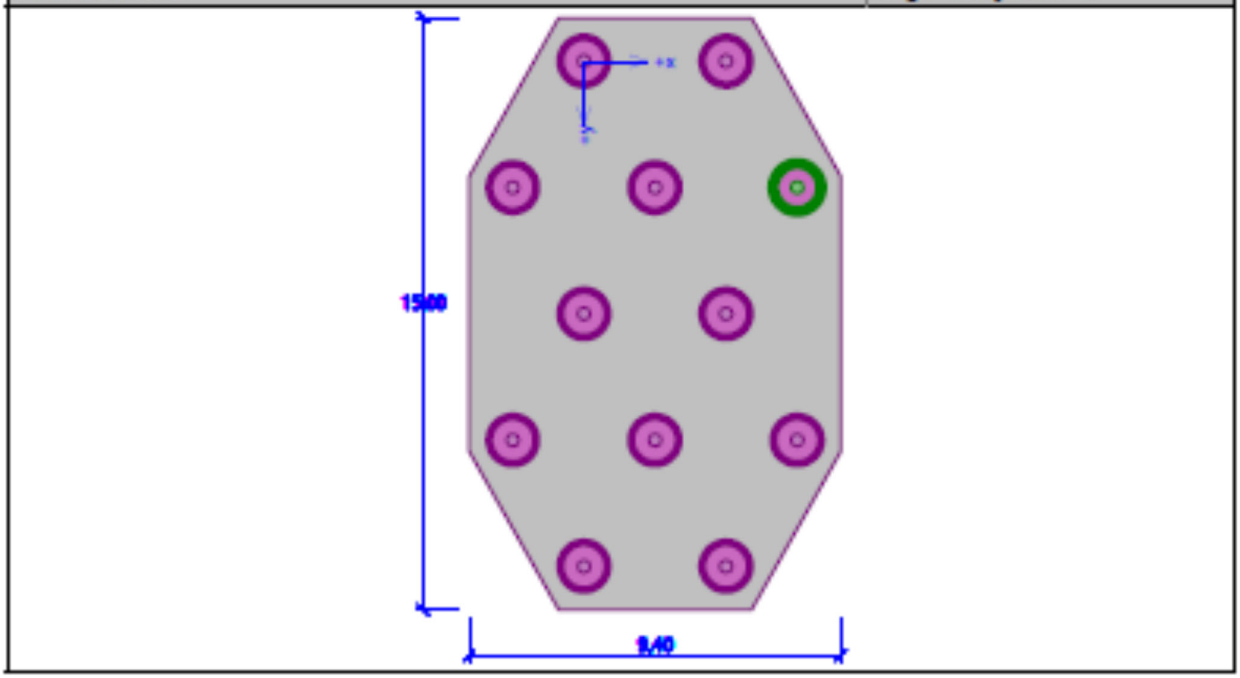
Pile diameter d = 1,20 m
Cap overlap o = 0,50 m

Coordinates of piles

No.	x [m]	y [m]
1	0,00	0,00
2	3,60	0,00

No.	x [m]	y [m]
3	1,80	3,20
4	-1,80	3,20
5	5,40	3,20
6	0,00	6,40
7	3,60	6,40
8	1,80	9,60
9	-1,80	9,60
10	5,40	9,60
11	0,00	12,80
12	3,60	12,80

Name : Structure	Stage - analytic : 1 - 0



Geometry

Depth from ground surface h_z = 0,00 m
Pile head offset h = -6,70 m
Thickness of pile cap t = 3,00 m
Length of piles l = 22,00 m

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	3,90	0,00 .. 3,90	SII-CII	
2	3,80	3,90 .. 7,70	sISa-sISaP	
3	25,30	7,70 .. 33,00	sISaP-SaP	
4	-	33,00 .. ∞	sISaP-SaP	

Load

No.	Load new	Load change	Name	Type	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]
1	Yes		Load No. 1	Design	70420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Yes		Load No. 2	Service	51200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ground water table

The ground water table is at a depth of 0,00 m from the original terrain.

Global settings

Analysis type : analytical solution
Type of soil : cohesionless soil

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Analysis of bearing capacity - input data

Analysis carried out with an automatic selection of the most unfavorable load cases.
Factor determining critical depth : : k_{dc} = 24,00
Factor of bearing capacity N_q was computed.

Analysis of bearing capacity of pile group in cohesionless soils

Max. vertical force includes self-weight of pile cap.

Pile skin bearing capacity	R_s =	8667,48	kN
Pile base bearing capacity	R_b =	5246,05	kN
Vertical bearing capacity of single pile	R_c =	13913,53	kN
Efficiency of pile group	η_g =	0,70	
Vertical bearing capacity of pile group	R_g =	116873,65	kN
Maximum vertical force	V_d =	70420,00	kN

R_g = 116873,65 kN > 70420,00 kN = V_d

Vertical bearing capacity of pile group is SATISFACTORY

Verification No. 1

Analysis of load settlement curve - partial results

Correction factor for pile compressibility	C_k =	0,91
Correction factor for Poisson's ratio of soil	C_v =	0,77
Correction factor for stiffness of bearing stratum	C_b =	1,00
Base-load proportion for incompressible pile	β_0 =	0,06
Proportion of applied load transferred to pile base	β =	0,04

Influence coefficients of settlement :

Basic - dependent on ratio l/d	I_0 =	0,07
Correction factor for pile compressibility	R_k =	1,26
Correction factor for finite depth of layer on a rigid base	R_h =	1,00
Correction factor for Poisson's ratio of soil	R_v =	0,86

Analysis of settlement of pile group in cohesionless soils

Max. vertical force includes self-weight of pile cap.

Group settlement factor	g_f =	2,80	
Load at the onset of mobilization of skin friction	R_{yu} =	119672,20	kN
The settlement for the force Ryu	s_y =	64,7	mm
Total resistance	R_c =	122311,52	kN
Maximum settlement	s_{lim} =	100,0	mm

The settlement for maximum service load V = 51200,00 kN is 27,7 mm.

Verification of pile group

Input data

Project

Task : Study of geological researches of the field for the purposes od modernisation and reconstruction of the Hungary-Ser
on territhory of Serbia, on section Novi Sad-Subotica-state border
Part : Section I, the Bridge over canal Savino Selo on km: 0+796.33
Description : Pillar site IV
Customer : CRDC
Author : Milić Jelena, M.Sc.Geol.Eng.
Date : 15.4.2021.

Settings

Standard - EN 1997 - DA2

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 : standard
Steel structures : EN 1993-1-1 (EC3)
Partial factor on bearing capacity of steel cross section : $\gamma_{M0} = 1,00$

Pile Group

Analysis for drained conditions : NAVFAC DM 7.2
Efficiency of pile group : La Barré (CSN 73 1002)
Verification methodology : according to EN 1997
Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)			
Permanent design situation			
		Unfavourable	Favourable
Permanent actions :	$\gamma_G =$	1,35 [–]	1,00 [–]

Partial factors for resistances (R)			
Permanent design situation			
Partial factor on shaft resistance :	$\gamma_s =$	1,10	[–]
Partial factor on base resistance :	$\gamma_b =$	1,10	[–]

Soil parameters

cl8a-cl8aP

Unit weight : $\gamma = 20,00$ kN/m³
Oedometric modulus : $E_{oed} = 17,70$ MPa
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 20,00$ kN/m³
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 29,00$ °

cl8aP-SaP

Unit weight : $\gamma = 20,70$ kN/m³
Oedometric modulus : $E_{oed} = 20,40$ MPa
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 20,70$ kN/m³
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 33,00$ °

SII-CII

Unit weight : $\gamma = 19,60$ kN/m³
Oedometric modulus : $E_{oed} = 4,20$ MPa
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19,60$ kN/m³
Cohesion of soil : $c_u = 62,00$ kPa
Adhesion factor : $\alpha = 0,67$
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 16,00$ °

Geometry

Depth from ground surface $h_z = 0,00$ m
Pile head offset $h = -5,50$ m
Thickness of pile cap $t = 2,50$ m
Length of piles $l = 16,00$ m

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	5,40	0,00 .. 5,40	SII-CII	
2	4,90	5,40 .. 10,30	slSa-slSaP	
3	26,70	10,30 .. 37,00	slSaP-SaP	
4	-	37,00 .. ∞	slSaP-SaP	

Load

No.	Load new	Load change	Name	Type	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]
1	Yes		Load No. 1	Design	54070,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Yes		Load No. 2	Service	39800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ground water table

The ground water table is at a depth of 3,75 m from the original terrain.

Global settings

Analysis type : analytical solution
Type of soil : cohesionless soil

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Analysis of bearing capacity - input data

Analysis carried out with an automatic selection of the most unfavorable load cases.
Factor determining critical depth : : k_{dc} = 24,00
Factor of bearing capacity N_q was computed.

Analysis of bearing capacity of pile group in cohesionless soils

Max. vertical force includes self-weight of pile cap.

Pile skin bearing capacity	R_s	= 5410,73	kN
Pile base bearing capacity	R_b	= 4512,65	kN
Vertical bearing capacity of single pile	R_c	= 9923,37	kN
Efficiency of pile group	η_g	= 0,75	
Vertical bearing capacity of pile group	R_g	= 89310,37	kN
Maximum vertical force	V_d	= 54070,00	kN

R_g = 89310,37 kN > 54070,00 kN = V_d

Vertical bearing capacity of pile group is SATISFACTORY

Verification No. 1

Analysis of load settlement curve - partial results

Correction factor for pile compressibility	C_k	= 0,93
Correction factor for Poisson's ratio of soil	C_v	= 0,78
Correction factor for stiffness of bearing stratum	C_b	= 1,30
Base-load proportion for incompressible pile	β_0	= 0,08
Proportion of applied load transferred to pile base	β	= 0,07

Influence coefficients of settlement :

Basic - dependent on ratio l/d	I_0	= 0,09
Correction factor for pile compressibility	R_k	= 1,15
Correction factor for finite depth of layer on a rigid base	R_h	= 1,00
Correction factor for Poisson's ratio of soil	R_v	= 0,88

Analysis of settlement of pile group in cohesionless soils

Max. vertical force includes self-weight of pile cap.

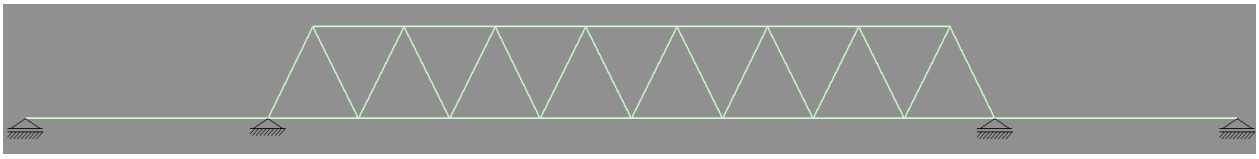
Group settlement factor	g_r	= 3,01	
Load at the onset of mobilization of skin friction	R_{yu}	= 76915,80	kN
The settlement for the force Ryu	s_y	= 54,0	mm
Total resistance	R_c	= 81140,70	kN
Maximum settlement	s_{lim}	= 100,0	mm

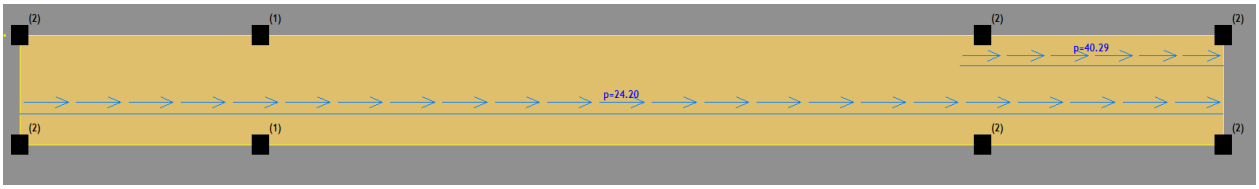
The settlement for maximum service load V = 39800,00 kN is 28,0 mm.

15. ПРИЛОГ 2: Хоризонтална померања конструкције без STU / ANNEX 2: Horizontal movemets of structure without STU

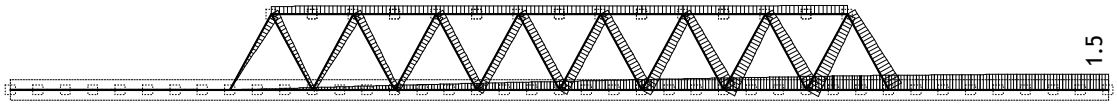
Модел 1

Опис:	Непокретан ослонац на С2. На осталим стубовима су подужно покретна лежишта. Модел са АБ плочом
Оптерећења:	(Кочење + Покретање)xα *Напомена: без редукције услед интеракције мост-колосек*





Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



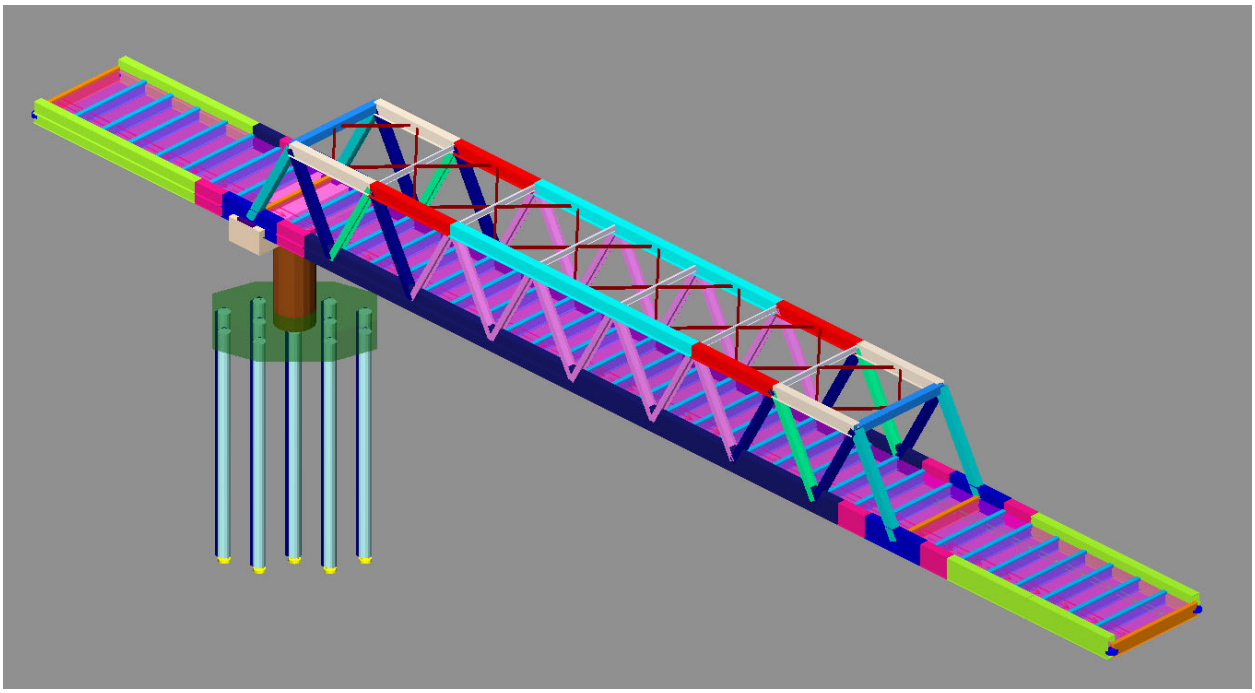
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max Xp= 1.5 / min Xp= 0.0 m / 1000

Коментар:

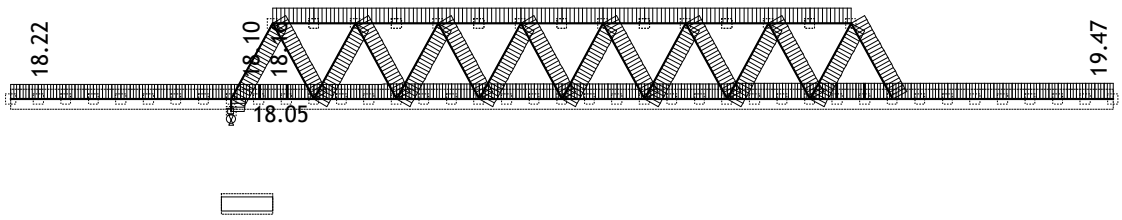
- Максимално хоризонтално померање на крају плоче узимајући у обзир редукцију услед интеракције мост-колосек: $\delta_{h,\max} = 0.7 \cdot 1.5mm = 1.05mm$
- Ово оставља резерву за максимално померање врха стуба од: $\delta_{hs,\max} = 5 - 1.05 = 3.95mm$

Модел 2

Опис:	Модел са стубом C2. Непокретно лежиште на стубу C2. Хоризонталне крутости стубова су бесконачне.
Оптерећења:	(Кочење + Покретање)xα *Напомена: без редукције услед интеракције мост-колосек*



Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



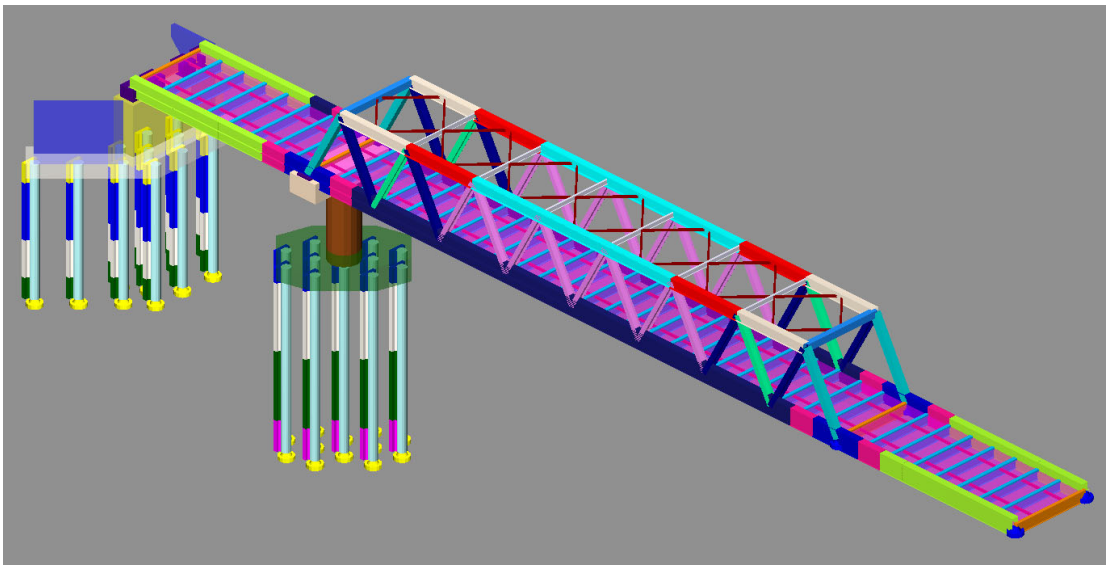
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max Xp= 19.47 / min Xp= 15.48 m / 1000

Коментар:

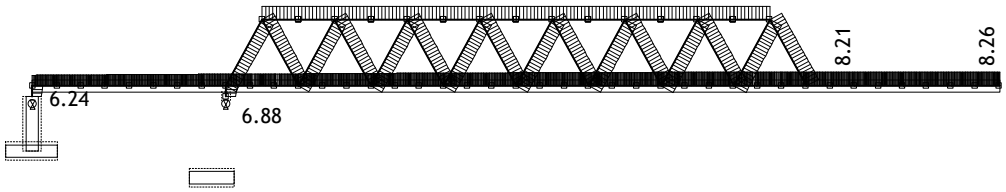
- Максимално хоризонтално померање на крају плоче узимајући у обзир редукцију услед интеракције мост-колосек: $\delta_{h,\max} = 0.7 \cdot 19.47mm = 13.63mm$
- Добијено померање је далеко веће од захтева из стандарда.

Модел 3

Опис:	Модел са стубом C1 и C2. Непокретна лежишта су на стубу C1 и C2. Хоризонталне крутости усвојене као: 10хстатичка крутост (одређена према методи Mayerhof&Baike)
Оптерећења:	(Кочење + Покретање)хα *Напомена: без редукције услед интеракције мост-колосек*



Opt. 3: KOCENJE-POKRETANJE Qlak



Ram: H_1
Uticaji u gredi: max Xp= 8.26 / min Xp= 5.49 m / 1000

Коментар:

- Максимално хоризонтално померање на крају плоче узимајући у обзир редукцију услед интеракције мост-колосек: $\delta_{h,\max} = 0.7 \cdot 8.26mm = 5.8mm$
- Иако су у овој варијанти лежишта постављена на C1 и C2 што има негативне последице код дејства температуре, и поред чињенице да су усвојене бочне крутости тла изнад реалних и дање није задовољен услов из СРПС ЕН 1991-2 т.6.5.4.5.2. којим се допушта максимално хоризонтално померање од 5mm било које тачке плоче.
- Могућа решења:
  1) Увести додатну шинску дилатацију на почетку моста (ово би било супротно захтевима Инвеститора где се тражи минималан број шинских дилатација на траси)
  2) Драстична измена доњег строја, при чему би се формирао један знатно јачи стуб са великим бројем шипова који би имао довољну крутост да задовољи услове стандарда.
  3) Примена шок трансмитера (STU) који би омогућили да и други стубови примају силе од кочења а да не примају силе од температуре. Ово решење је усвојео у Идејном и овом Пројекту.

2/1.1.5.6.2 ПРОРАЧУН ИНТЕРАКЦИЈЕ

САДРЖАЈ

1.1 Текстуална документација

1.1.1 Технички опис

1.1.1.1 Резултати прорачуна интеракције колосек - мост
1.1.1.2 Резултати провере стабилности колосека у хоризонталној равни на мосту
1.1.1.3 Резултати провере величине зазора услед пуцања шине на мосту
1.1.1.4 Техничке мере за осигурање безбедности при исклизнућу возила из колосека на мосту

1.2 Нумеричка документација

1.2.1 Статички прорачун

1.2.1.1 Улазни прорачунски параметри оптерећења
1.2.1.2 Улазни прорачунски параметри колосека
1.2.1.3 Улазни прорачунски параметри моста
1.2.1.4 Прорачунски модел интеракције колосек - мост
1.2.1.5 Прорачун интеракције колосек - мост за летње климатске услове
1.2.1.6 Прорачун интеракције колосек - мост за зимске климатске услове
1.2.1.7 Стабилност колосека у хоризонталној равни на мосту у летњим климатским условима
1.2.1.8 Величина зазора услед пуцања шине на мосту у зимским климатским условима
1.2.1.9 Капацитет шинске дилатационе справе у колосеку на мосту

1.1 Текстуална документација

1.1.1 Технички опис

Прорачун интеракције колосек - мост за потребе уређења конструкције горњег строја железничке пруге на мосту на km 0+796,33 извршен је у складу са захтевима Техничких спецификација интероперабилности за подсистем инфраструктура (INF TSI).

Улазни прорачунски параметри оптерећења су усклађени са: Техничким спецификацијама интероперабилности за подсистем инфраструктура, као и српским стандардима SRPS EN 1991-1-5, SRPS EN 1991-1-5/NA, SRPS EN 1991-2, SRPS EN 1991-2/NA.

У том смислу разматрана су следећа опретећења услед:

- меродавних температурних промена у оси моста и континуално завареним шинама,
- вертикалног оптерећења од возила у складу са шемом оптерећења LM 71, SW/0, SW/2.
- хоризонталног оптерећења услед убрзања и/или кочења возила.

Сви улазни прорачунски подаци који се односе на конструкцију моста, конструкцију горњег строја железничке пруге, као и железничка возила детаљно су образложени у поглављима 1.2.1.1, 1.2.1.2 и 1.2.1.3. С обзиром на то да је пројектна брзина 100 km/h, извршен је статички прорачун интеракције колосек - мост. Прорачун је извршен помоћу интегралног модела конструкције колосека и конструкције моста, уз разматрање:

- параметара моста: диспозиција моста (статички систем, распон, дилатациона дужина), геометријске карактеристике конструкције горњег строја моста, крутост и распоред ослонаца,
- параметара колосека: попречни пресек шине и квалитет шинског челика, отпор подужном померању неоптерећеног и оптерећеног колосека уз узимање у обзир билинеарног понашања,
- параметара оптерећења: температурна промена у конструкцији горњег строја моста, температурна промена у континуално завареним шинама, убрзање/кочење возила, померања и заокретања крајева конструкције горњег строја моста услед оптерећења од саобраћаја.

Веза између елемената колосека и елемената конструкције горњег строја моста моделована је помоћу еластичних веза са билинеарним понашањем. Хоризонтална крутост ослоначких елемената је дефинисана у моделу на основу UIC 774-3 препорука и SRPS EN 1991-2 стандарда. На тај начин се добијају утицаји у шинама који су меродавни за упоређивање са дозвољеним додатним напонима, доказивање стабилности колосека у хоризонталној равни при максималним летњим температурним променама, као и прорачуну величине зазора услед пуцања шине при максималним зимским температурним променама. Прорачунски модел узима у обзир колосек са континуално завареним шинама на дужини моста и по 300 m испред и иза моста, што одговара максималној утицајној дужини кочења возила. Изглед прорачунског модела приказан је на сликама 9-11. Детаљан опис карактеристика модела приказан је у поглављу 1.2.1.4.

1.1.1.1 Резултати прорачуна интеракције колосек - мост

Хоризонталне реакције по једном (од укупно два) непокретном лежишту моста на средњем стубу услед интеракције колосек - мост:

Врста утицаја	**Летњи климатски услови**	**Зимски климатски услови**
Температурна промена у оси моста и континуално завареним шинама	**-881,80 kN**	**+1179,10 kN**
Убрзање + Кочење воза	**±392,05 kN**	**±350,20 kN**
Вертикално оптерећење од воза	**+156,50 kN**	**+162,25 kN**
Напомена 1: Позитиван смер реакције одговара смеру раста стационаже. Напомена 2: За димензионисање лежишта и стубова моста узима се комбиновани утицај силе од температуре, силе убрзања + кочења и одговарајућег вертикалног оптерећења од воза.		

Укупне хоризонталне реакције која се преко шок апсорбера (дампера) преносе на опорце (стуб) на стационажама km 0+727,33, km 0+837,73 и km 0+865,33 услед интеракције колосек - мост:

Врста утицаја	**Летњи климатски услови**	**Зимски климатски услови**
Убрзање + Кочење воза		
Опорац km 0+727,33	**±722,40 kN**	**±629,80 kN**
Стуб km 0+837,73	**±884,50 kN**	**±816,80 kN**
Опорац km 0+865,33	**±865,10 kN**	**±801,30 kN**
Напомена 1: Позитиван смер реакције одговара смеру раста стационаже. Напомена 2: За димензионисање стубова моста узима се утицај силе убрзања + кочења.		

Максимални додатни напони притиска и затезања у континуално завареним шинама:

Врста утицаја	**Леви колосек**	**Десни колосек**
Летњи климатски услови		
Температурна промена у оси моста и континуално завареним шинама	0,00 MPa	0,00 MPa
Убрзање/Кочење	-45,30 MPa	-40,20 MPa
Вертикално оптерећење од воза	0,00 MPa	0,00 MPa
Укупни додатни напони притиска/затезања у мероданим пресецима континуално заварене шине	**-45,30 MPa ≤ -72 MPa**	**-40,20 MPa ≤ -72 MPa**
Зимски климатски услови		
Температурна промена у оси моста и континуално завареним шинама	0,00 MPa	0,00 MPa
Убрзање/Кочење	+50,50 MPa	+53,10 MPa
Вертикално оптерећење од воза	+5,70 MPa	+5,70 MPa
Укупни додатни напони притиска/затезања у мероданим пресецима континуално заварене шине	**+56,20 MPa ≤ +92 MPa**	**+58,80 MPa ≤ +92 MPa**
Напомена 1: Напони притиска са предзнаком (-), напони затезања са предзнаком (+)		

Максимална апсолутна и релативна померања конструкције колосека и конструкције горњег строја моста:

Врста померања	**Летњи климатски услови**	**Зимски климатски услови**
Апсолутно хоризонтално померање конструкције горњег строја моста услед убрзања /кочења воза	**4,59 mm ≤ 5 mm**	**4,55 mm ≤ 5 mm**
Релативно хоризонтално померање између шине и конструкције горњег строја моста услед убрзања /кочења воза	**1,37 mm ≤ 4 mm (кочење)** **1,61 mm ≤ 4 mm (убрзање)**	**1,51 mm ≤ 4 mm (убрзање)** **1,34 mm ≤ 4 mm (кочење)**
Хоризонтално померање услед заокретања крајева конструкције горњег строја моста под вертикалним оптерећењем од воза	**10,57 mm (на крају моста са шинском дилатационом справом)** **2,00 mm ≤ 8 mm (на крају моста са CWR)**	**10,57 mm (на крају моста са шинском дилатационом справом)** **2,00 mm ≤ 8 mm (на крају моста са CWR)**

1.1.1.2 Резултати провере стабилности колосека у хоризонталној равни на мосту

Улазни параметри за проверу стабилности колосека у хоризонталној равни на мосту при екстремним летњим температурама у шинама и конструкцији горњег строја моста усвојени су у складу са поглављем 1.2.1.7 и на основу резултата прорачуна интеракције колосек - мост.

Провера стабилности колосека у хоризонталној равни спроведена је за максималну вредност силе притиска у колосеку -1574310 N, која се због уграђене дилатационе справе у колосеку на мосту јавља у прелазној зони са насипа на мост.

1.1.1.3 Резултати провере величине зазора услед пуцања шине на мосту

Прорачун је извршен уз претпоставку да је максимални подужни отпор при еластичном померању шине кроз систем еластичног шинског причвршћења 30 kN/m, што одговара сили подужног отпора 9 kN.

Срачуната вредност зазора услед пуцања шине у зимским условима износи приближно 49,85 mm.

1.1.1.4 Техничке мере за осигурање безбедности при исклизнућу возила из колосека на мосту

- Сигурносне шине, за задржавање возова у колосеку у случају исклизнућа, потребно је уградити, јер оне могу да пруже сигурност при брзинама до 160 km/h. Улога сигурносних шина је да задрже возило у колосеку уколико дође до исклизнућа на мосту. На тај начин се штити конструкција моста од оштећења и смањују се остале негативне последице исклизнућа (нпр. пад возила са моста након исклизнућа). Сигурносне шине се постављају на прагове са равном горњом површином. Сигурносне шине се продужавају по 10 m на насипе испред и иза моста и спајају се у средини колосека. Такође, потребно је обезбеди и да горња ивица ивичњака бетонског корита моста буде 25 cm изнад горње ивице прага.

1.2 Нумеричка документација

1.2.1 Статички прорачун

1.2.1.1 Улазни прорачунски параметри оптерећења

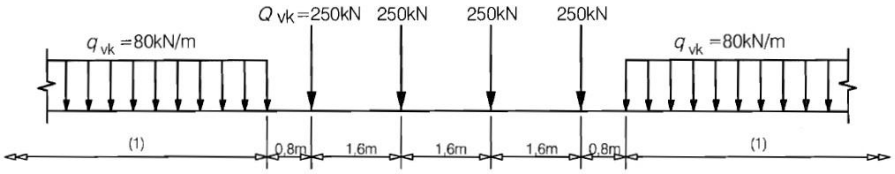
Улазни прорачунски параметри оптерећења су усклађени са: Техничким спецификацијама интероперабилности за подсистем инфраструктура, као и српским стандардима SRPS EN 1991-1-5, SRPS EN 1991-1-5/NA, SRPS EN 1991-2, SRPS EN 1991-2/NA.

Деловање температуре:

- температурна промена у континуално завареним шинама у летњим климатским условима: +42,5 K,
- температурна промена у континуално завареним шинама у зимским климатским условима: -52,5 K,
- температурна промена у конструкцији горњег строја моста у летњим климатским условима: +49 K,
- температурна промена у конструкцији горњег строја моста у зимским климатским условима: -44 K.

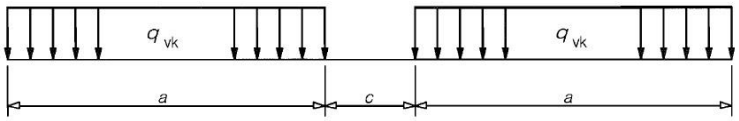
Деловање вертикалног оптерећења од воза:

- LM71



Сл. 2: Шема оптерећења LM71 (α=1,21)

- SW/0, SW/2



Load Model	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

Сл. 3: Шема оптерећења SW/0, SW/2 (α=1,21 за SW/0)

Деловање хоризонталног оптерећења од убрзање/кочења воза LM71, SW/0, SW/2:

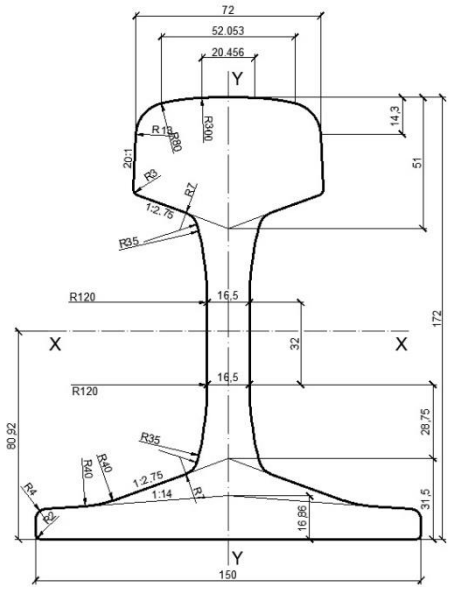
- сила убрзања воза 33 kN/m (≤1000 kN) за LM71, SW/0, SW/2 (α=1,21 за LM71, SW/0),
- сила кочења воза 20 kN/m (≤6000 kN) за LM71, SW/0 (α=1,21),
- сила кочења воза 35 kN/m за SW/2.

1.2.1.2 Улазни прорачунски параметри колосека

Улазни прорачунски параметри колосека су усклађени са: српрским стандардима SRPS EN 13146-1, SRPS EN 13230 - делови 1 и 2, SRPS EN 13231, SRPS EN 13450, SRPS EN 13481 - делови 1 и 2, SRPS EN 13674-1, SRPS EN 1991-2, Законом о безбедности и интероперабилности железничког саобраћаја, као и Правилником о техничким условима и одржавању горњег строја железничких пруга.

Шина

- попречни пресек шине 60E1 (затезна чврстоћа челика 900 N/mm^2) у складу са SRPS EN 13674-1,
- Јунгов модул еластичности шинског челика E=210 GPa,
- дозвољени додатни напон затезања у ножици шине 92 MPa у складу са SRPS EN 1991-2,
- дозвољени додатни напон притиска у шини 72 MPa у складу са SRPS EN 1991-2,
- термички коефицијент издужења шинског челика α=1,15x10^{-5} 1/K.



F	[cm^2]	76.7
m/l	[kg/m]	60.21
I_X	[cm^4]	3038.3
$W_{X,h}$	[cm^3]	333.6
$W_{X,b}$	[cm^3]	375.5
I_Y	[cm^4]	512.3
W_Y	[cm^3]	68.3
b_r	[mm]	150
h_r	[mm]	172

Сл. 4: Попречни пресек шине 60E1 са геометријским карактеристикама

Системи еластичних шинских причвршћења

За бетонске прагове у складу са серијом српских стандарда SRPS EN 13481 - делови 1 и 2 и SRPS EN 13146-1.

- минимални еластични подужни отпор померању шине ≥ 7 kN (рачунато са 9 kN) у складу са SRPS EN 13674-1.

Једноделни прагови од преднапрегнутог бетона са равном горњом површином

У складу са серијом српских стандарда SRPS EN 13481-2 и SRPS EN 13230 - делови 1 и 2.

- минимална маса прага 281 kg без шинског причвршћења,
- дужина прага 260 cm,
- подужно осно растојање између прагова 60 cm,
- минимална активна површина ослањања прага на застор 0,57 m^2.

Дилатациона справа у колосеку

Пројектована је на стационажи km 0+865,33 у оба колосека.

Засторна призма од туцаника

У складу са серијом српских стандарда SRPS EN 13450 са димензијама засторне призме према SRPS EN 13231.

- минимална дебљина засторне призме на мосту испод доње ивице прага у пресеку испод шине 35 cm,
- ширина раменог дела засторне призме у бетонском кориту моста > 50 cm,
- отпор засторне призме подужном померању неоптерећеног колосека k=20 kN/m у складу са SRPS EN 1991-2,
- отпор засторне призме подужном померању оптерећеног колосека k=60 kN/m у складу са SRPS EN 1991-2.

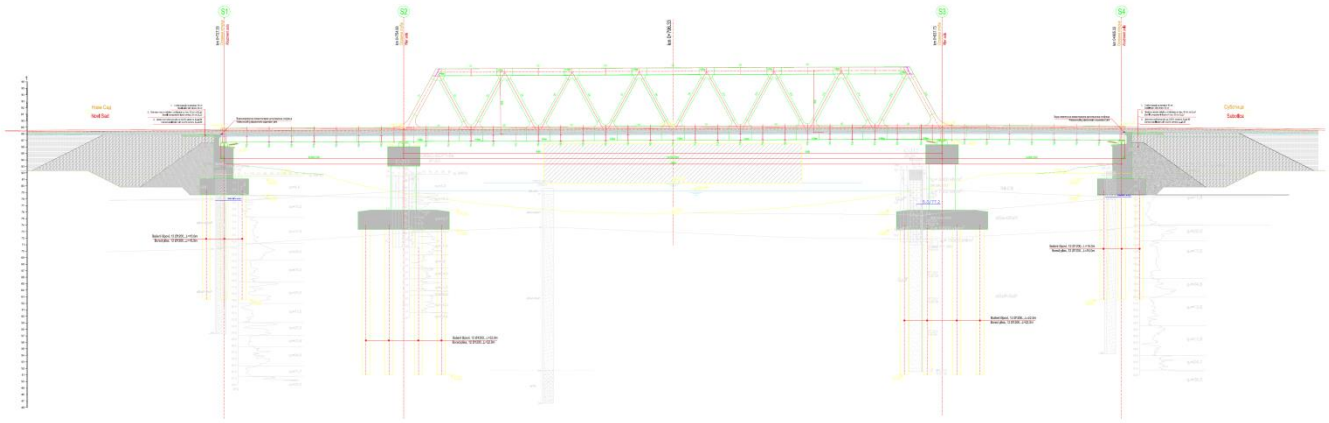
1.2.1.3 Улазни прорачунски параметри моста

Улазни прорачунски параметри моста су дефинисани у складу са карактеристикама конструкције моста.

- мост је статичког система континуалног носача распона 27,6 m + 82,8 m + 27,6 m,
- конструкцију горњег строја моста чини челична решеткаста конструкција са АБ коритом спрегнутим за попречне носаче доњег појаса решеткасте конструкције,
- челична решеткаста конструкција се изводи од челика класе S355,
- АБ корито се изводи од бетона класе C35/45,
- ослањање конструкције горњег строја моста се врши преко 12 лежишта, по 4 на оба опорца и по 2 на оба средња стуба,
- шок апсорбери (дампери) за прихватање утицаја услед кочења/убрзања железничког возила постављени су на опорацима (стубу) на стационажи km 0+727,33, km 0+837,73 и km 0+865,33,

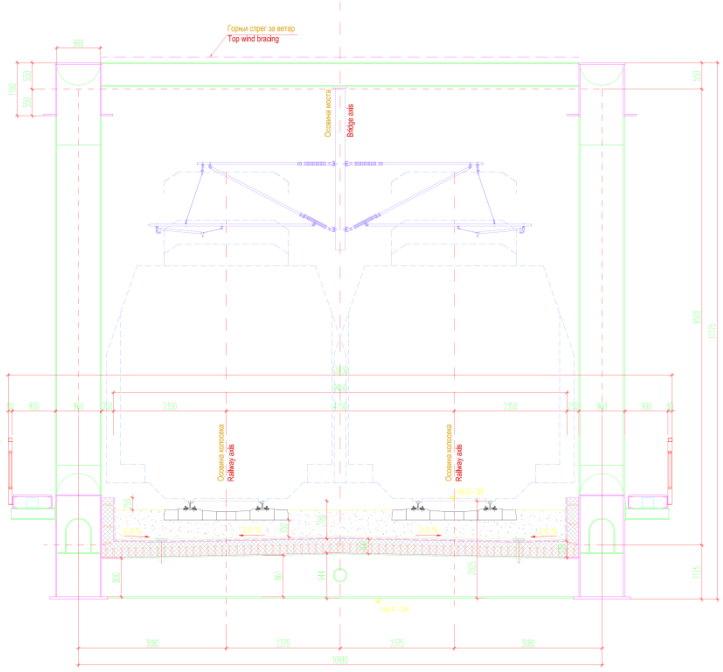
- захтевана минимална подужна (хоризонтална) крутост ослонаца конструкције горњег строја моста при убрзању/кочења воза је ≥ 200000 kN/m,
- дилатационе дужине моста су L_{T1} = 27,6 m и L_{T2} = 110,4 m,
- мост је у правцу,
- на мосту се налази двоколосечна пруга пројектована за брзину V_p=100 km/h,
- максимално допуштено подужно релативно померање између континуално заварене шине и конструкције горњег строја моста услед убрзања/кочења воза је ≤ 4 mm,
- максимално допуштено подужно апсолутно померање конструкције горњег строја моста услед убрзања/кочења воза је ≤ 5 mm,
- максималано допуштено подужно померање конструкције горњег строја моста услед заокретања крајева конструкције горњег строја моста под вертикалним оптерећењем од воза је ≤ 8 mm.

Подужни пресек



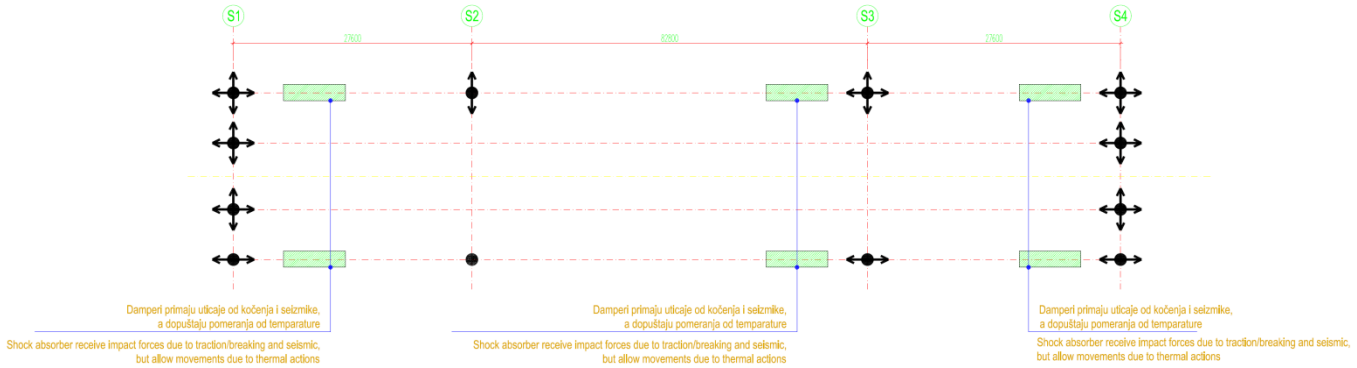
Сл. 5: Подужни пресек моста на km 0+796,33

Попречни пресек



Сл. 6: Попречни пресек моста на km 0+796,33

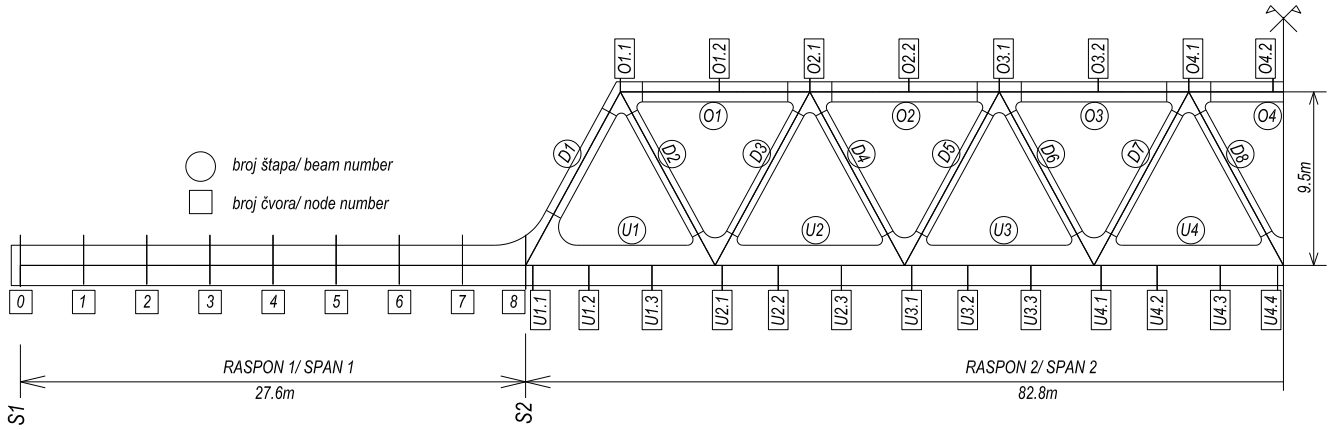
План лежишта



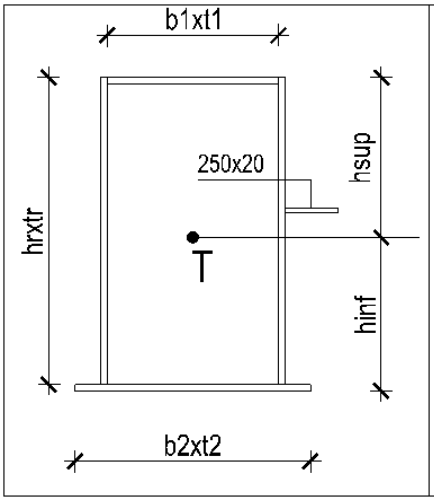
Сл. 7: План лежишта моста на km 0+796,33

Геометријске карактеристике елемената конструкције горњег строја моста

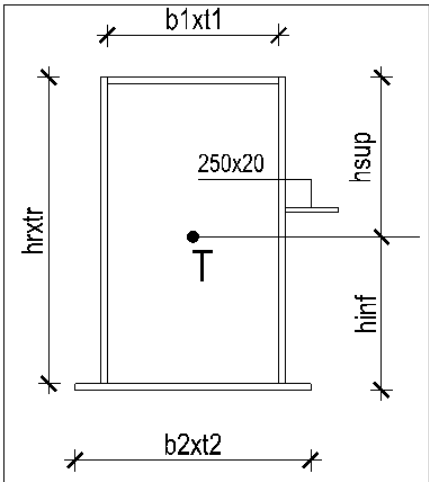
Челична решеткаста конструкција спрегнута са АБ коритом:



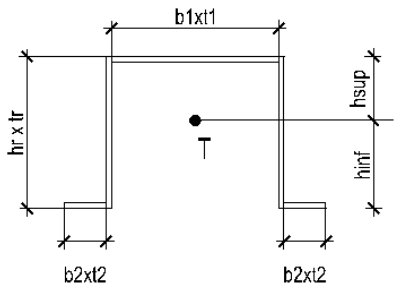
- Елементи челичне решеткасте конструкције [mm]



	Штап 0-6	Штап 6-7	Штап 7-8
b1 (mm)	900	900	900
t1 (mm)	25	40	50
b2 (mm)	1100	1100	1100
t2 (mm)	20	35	50
hr (mm)	217.5	219	220
tr (mm)	20	25	40
hsup (mm)	-1108	-1132	-1170
hinf (mm)	1087	1093	1080
A(cm2)	1385	1925	2860
Iy (cm4)	8925739	13708879	19768920
Wysup (cm3)	-80528	-121060	-169008
Wyinf (cm3)	82144	125470	182995
Iz (cm4)	2454311	3267773	5102347
Wz (cm3)	40905	85039	85039

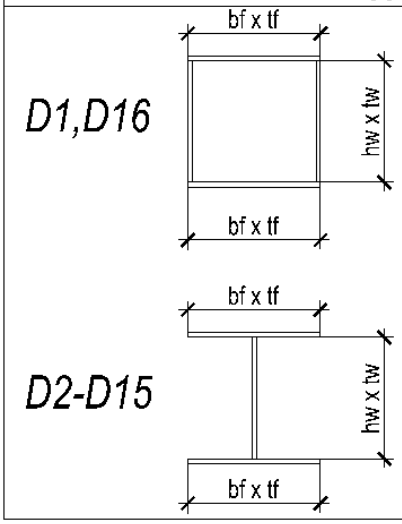


	Доњи појас U1.1, U8.3	Доњи појас U1.2, U8.2	Доњи појас U1.3, U8.1, U2- U7
b1 (mm)	900	900	900
t1 (mm)	50	40	25
b2 (mm)	1100	1100	1100
t2 (mm)	50	35	20
hr (mm)	220	219	217.5
tr (mm)	40	25	20
hsup (mm)	-1170	-1132	-1108
hinf (mm)	1080	1093	1087
A(cm2)	2860	1925	1385
Iy (cm4)	19768920	13708879	8925739
Wysup (cm3)	-169008	-121060	-80528
Wyinf (cm3)	182995	125470	82144
Iz (cm4)	5102347	3267773	2454311
Wz (cm3)	85039	85039	40905



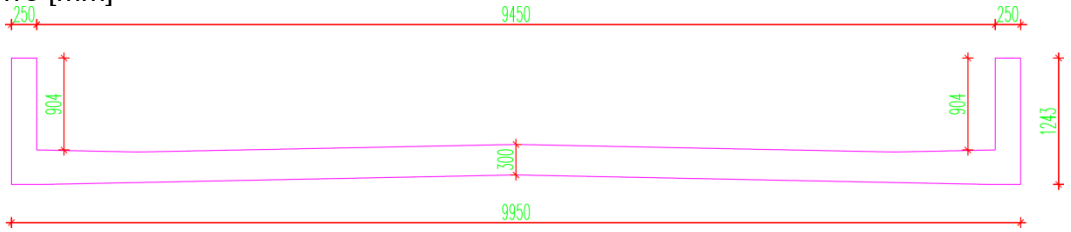
	Горњи појас О1,О7	Горњи појас О2,О6	Горњи појас О3 - О5
b1 (mm)	900	900	900
t1 (mm)	20	30	40
b2 (mm)	250	240	300
t2 (mm)	25	30	40
hr (mm)	1100	1100	1100
tr (mm)	15	25	30
hsup (mm)	-503	-480	-500
hinf (mm)	597	620	600
A(cm2)	635	964	1260
iy(cm)	43.6	41.9	43.0
iz(cm)	44.4	44.1	45.8
Iy (cm4)	1204703	1692727	2327464
Iz (cm4)	1253908	1875729	2641140
$W_{y,sup}$ *(cm3)*	-23590	-35265	-46549
$W_{y,inf}$ *(cm3)*	20179	27302	38791
W_z *(cm3)*	17537	26234	36939

Дијагонале карактеристике бруто пресека



	D1,D16	D2 – D4 D13 - D15	D5 - D12
b_f*(mm)*	900	700	600
t_f*(mm)*	40	30	25
h_w*(mm)*	900	900	900
t_w*(mm)*	20	20	15
A(cm2)	1048	600	435
Iy (cm4)	1516029	1029960	733000
W_y *(cm3)*	30939	21458	15596
iy (cm)	32.7	41.4	41.0
Iz (cm4)	1121117	171560	90025
W_z *(cm3)*	24914	4902	3001
iz (cm)	38.0	16.9	14.4

- АБ корито [mm]



Материјалне карактеристике елемената конструкције горњег строја моста

Сви елементи челичне решеткасте конструкције су од челика класе S355 следећих карактеристика:

Челик класе S355:

- $E=2,1x10^{8}$ kN/m^2
- v=0,3
- $\alpha=1,2x10^{-5}$ 1/C
- $\rho=76,98$ kN/m^3

АБ корито је од бетона класе C35/45 следећих карактеристика:

Бетон класе C35/45:

- $E= 3,4077x10^{7}$ kN/m^2 ($Er=9,33x10^{6}$ kN/m^2 - редукована вредност испрскалог бетона са арматуром)
- v=0,2
- $\alpha=1,0x10^{-5}$ 1/C
- $\rho=25,00$ kN/m^3

Затегнута арматура у бетонском кориту је класе B500B:

Арматурни челик класе B500B:

- $E=2,1x10^{8}$ kN/m^2
- v=0,3
- $\alpha=1,2x10^{-5}$ 1/C
- $\rho=76,98$ kN/m^3

1.2.1.4 Прорачунски модел интеракције колосек - мост

На основу прорачуна интеракције колосек - мост добијају се утицаји у следећем облику:

- подужне силе у ослонцима (реакције непокретних ослонаца),
- додатни напони у шинама,
- апсолутна и релативна померања шина и конструкције горњег строја моста.

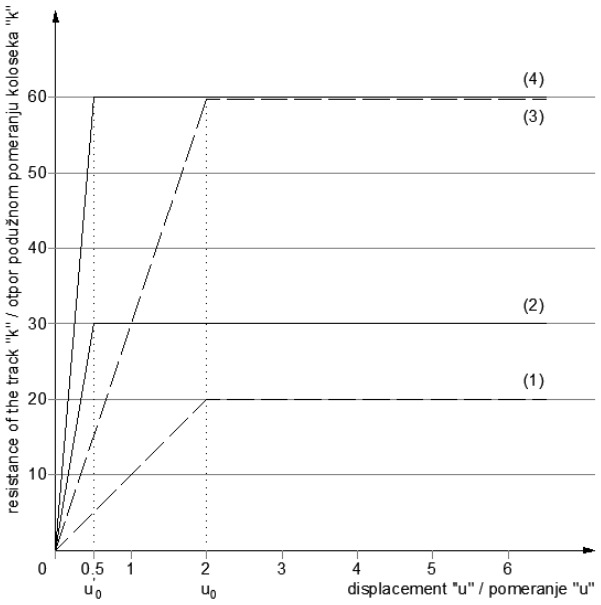
Утицаји услед интеракције се одређују итеративно, серијом нелинеарних симулација, како би се утврдило понашање система колосек - мост, услед температурних промена у конструкцији горњег строја моста, вертикалног оптерећења од воза и подужних сила услед убрзања/кочења воза.

Прорачун интеракције колосек - мост се спроводи помоћу интегралног модела конструкције колосека и конструкције моста узимајући у обзир:

- параметре моста: диспозиција моста (статички систем, распони, дилатационе дужине), геометријске карактеристике конструкције горњег строја моста, крутост и распоред ослонаца,
- параметре колосека: попречни пресек шине и квалитет шинског челика, отпор подужном померању оптерећеног и неоптерећеног колосека уз узимање у обзир билинеарног понашања везе колосек - мост,
- параметре оптерећења: температурне промене у конструкцији горњег строја моста и шинама, убрзања и кочење воза, померања и заокретања крајева конструкције горњег строја моста услед оптерећења од саобраћаја.

Веза између елемената колосека и елемената конструкције горњег строја моста моделована је помоћу еластичних веза са билинеарним понашањем у складу са српским стандардом SRPS EN 1991-2 (слика 8).

У моделу је усвојена хоризонтална крутост непокретног ослонца која одговара стварном померњу конструкције горњег строја моста при убрзању/кочењу воза. На тај начин се добијају утицаји у шинама који су меродавни за анализу дозвољених додатних напона и стабилност колосека при максималним летњим температурним променама, као и величине зазора при пуцању шине при максималним зимским температурним променама. Прорачунски модел узима у обзир колосек са континуално завареним шинама на дужини од 300 m испред и иза моста, што одговара максималној утицајној дужини кочења воза.



(1) - resistance of sleeper in ballast (unloaded track)
otpor podužnom pomeranju praga kroz zastor (neopterećen kolosek)

(2) - resistance of rail in sleeper (unloaded track) (frozen ballast or track without ballast)
otpor podužnom pomeranju šine u odnosu na prag (neopterećen kolosek) (smrznuti zastor ili kolosek na čvrstoj podlozi)

(3) - resistance of sleeper in ballast (loaded track)
otpor podužnom pomeranju praga kroz zastor (opterećen kolosek)

(4) - resistance of rail in sleeper (loaded track) (frozen ballast or track without ballast)
otpor podužnom pomeranju šine u odnosu na prag (opterećen kolosek) (smrznuti zastor ili kolosek na čvrstoj podlozi)

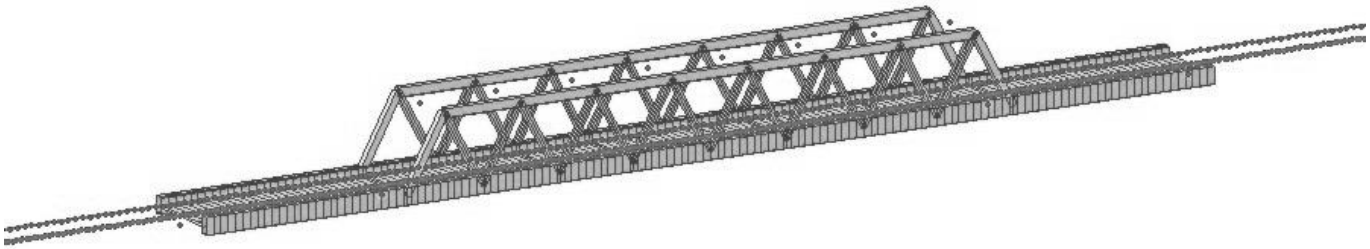
u'_0 - ultimate relative displacement of the rail to the sleeper
granično relativno pomeranje šine u odnosu na prag

u_0 - ultimative relative displacement of the sleeper in the ballast
granično relativno pomeranje praga u odnosu na zastor

Note: / Napomena:
rail profile 60E1, concrete sleepers B70 at a distance of 60 cm and longitudinal resistance of the rail in the track 2x9 kN, minimum thickness of the compacted ballast below the sleeper is 30 cm.
šine 60E1, betonski pragovi B70 na razmaku 60 cm i podužni otpor šina u koloseku 2x9 kN, minimalna debljina zbijenog zastora ispod praga 30 cm.

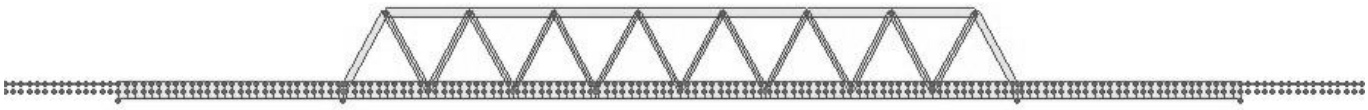
Сл. 8: Дијаграм отпора подужном померању колосека/шине

Изглед прорачунског модела



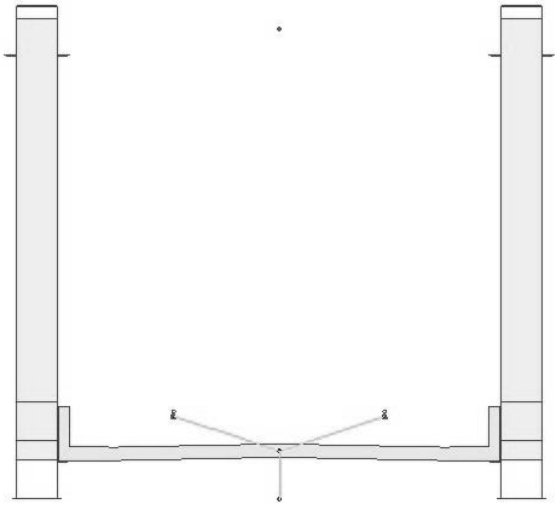
Сл. 9: Изглед прорачунског модела

Подужни пресек прорачунског модела



Сл. 10: Подужни пресек прорачунског модела

Попречни пресек прорачунског модела



Сл. 11: Попречни пресек прорачунског модела са приказом еластичних веза са билинеарним понашањем између колосека и конструкције горњег строја моста

1.2.1.5 Прорачун интеракције колосек - мост за летње климатске услове

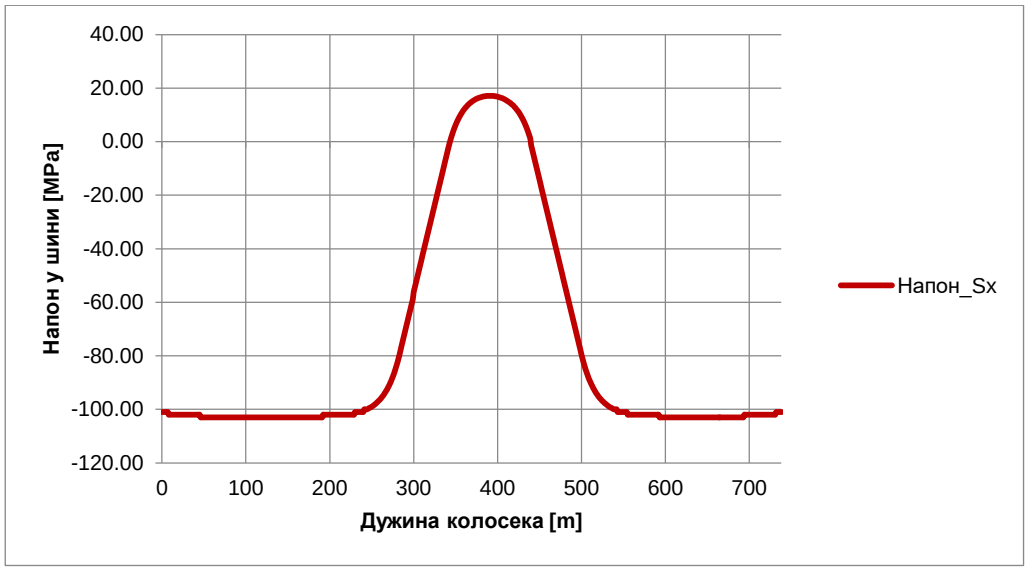
1) Напон у шини услед температурне промене у конструкцији горњег строја моста и континуално завареној шини

Леви колосек

Максимални напон притиска у шини = **-58,80 MPa (додатни напон притиска је једнак нули)**

Максимални напон затезања у шини = **0,00 MPa**

Десни колосек

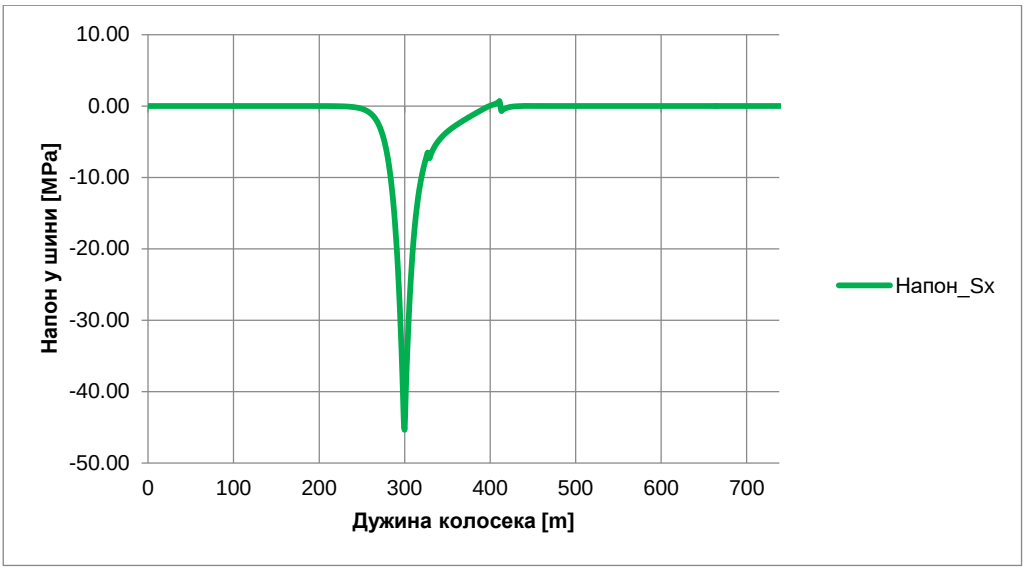


Максимални напон притиска у шини = **-58,80 MPa (додатни напон притиска је једнак нули)**

Максимални напон затезања у шини = **0,00 MPa**

2) Напон у шини услед убрзања/кочења воза

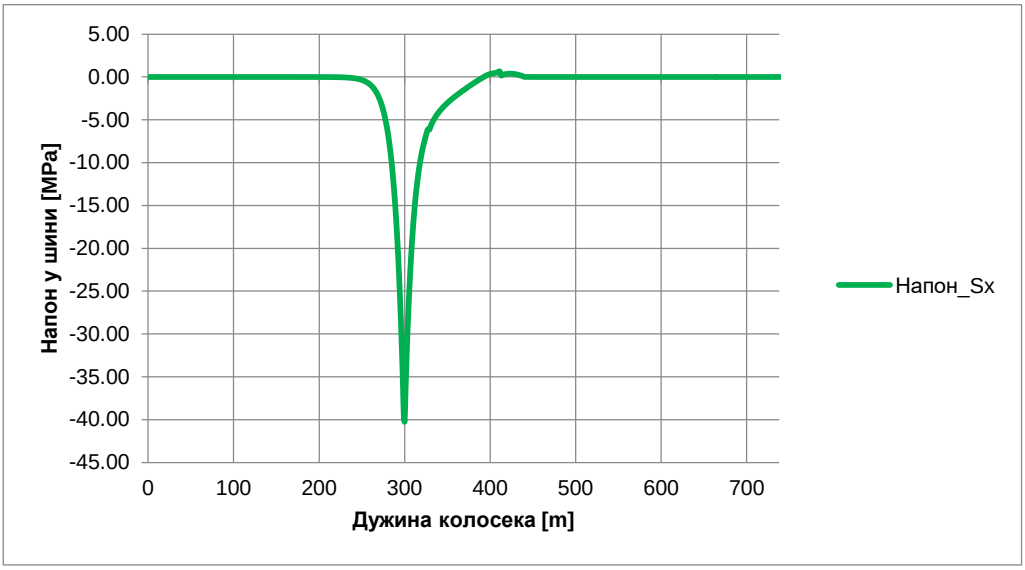
Леви колосек (кочење воза)



Максимални напон притиска у шини = **-45,30 MPa**

Максимални напон затезања у шини = **0,00 MPa**

Десни колосек (убрзање воза)

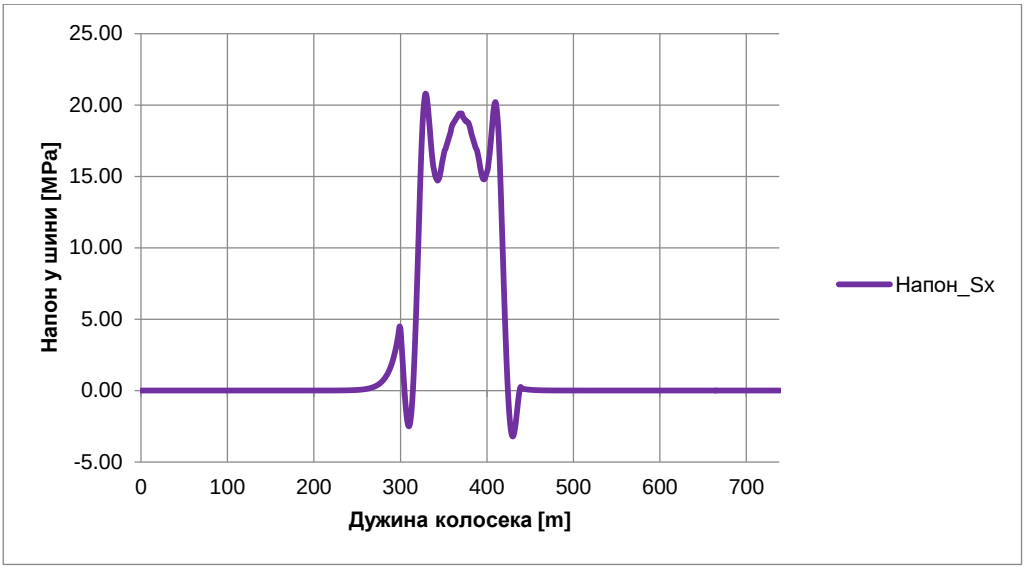


Максимални напон притиска у шини = **-40,20 MPa**

Максимални напон затезања у шини = **0,00 MPa**

3) Напон у шини услед савијања у вертикалној равни од воза

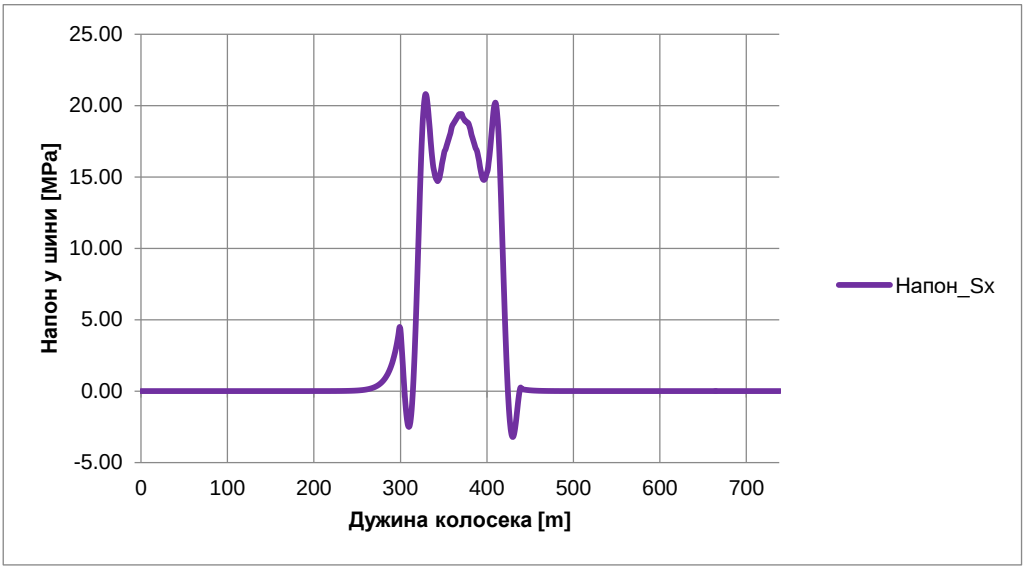
Леви колосек



Максимални напон притиска у шини = **0,00 MPa**

Максимални напон затезања у шини = **+4,49 MPa**

Десни колосек



Максимални напон притиска у шини = **0,00 MPa**

Максимални напон затезања у шини = **+4,49 MPa**

4) Напон у шини услед температурне промене у конструкцији горњег строја моста, убрзања/кочења воза и савијања у вертикалној равни од воза

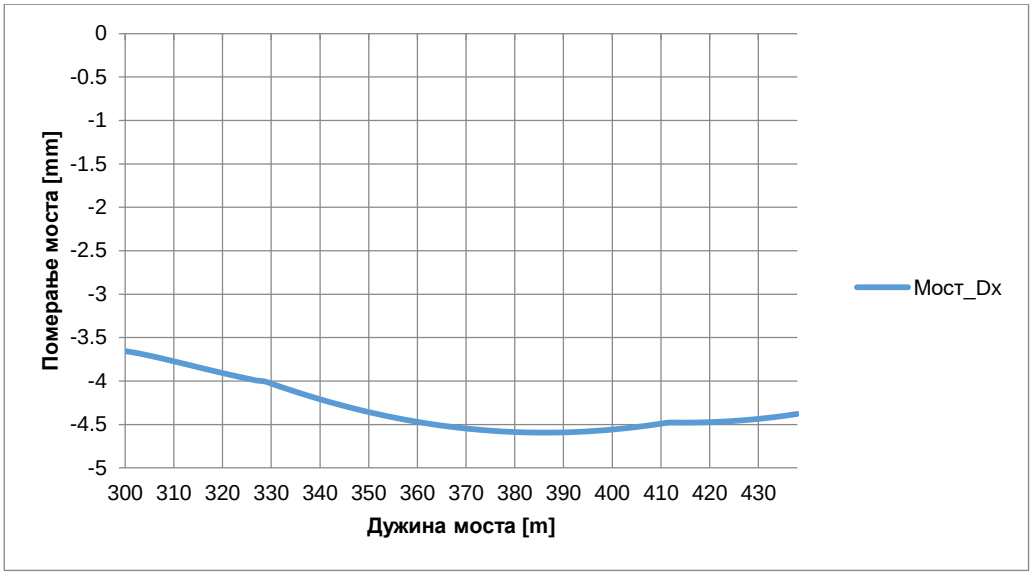
Леви колосек

Максимални напон притиска у шини = **-0,00-45,30-0,00 = <u>-45,30 MPa ≤ -72,00 MPa</u>**

Десни колосек

Максимални напон притиска у шини = **-0,00-40,20-0,00 = <u>-40,20 MPa ≤ -72,00 MPa</u>**

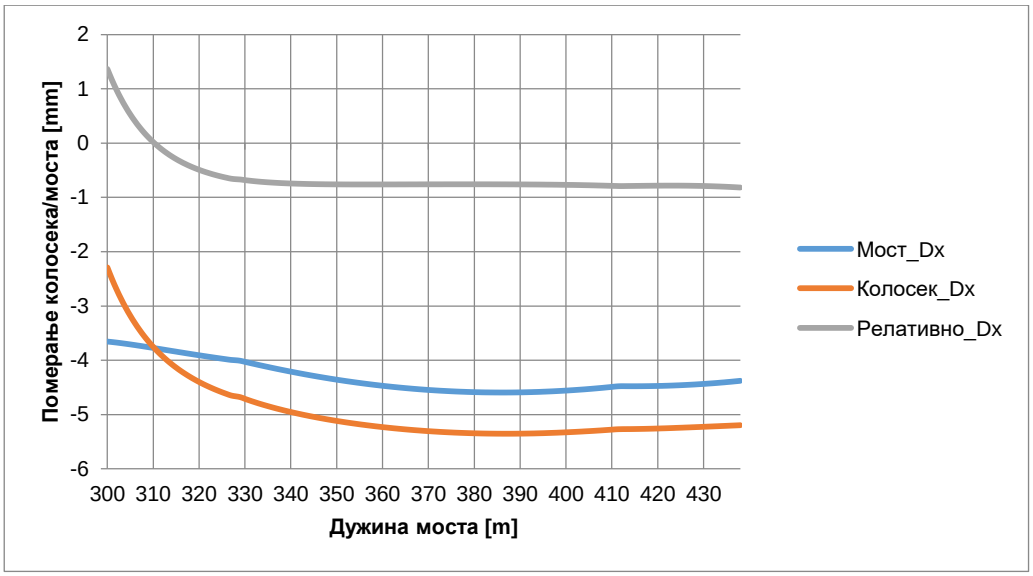
5) Апсолутно хоризонтално померање конструкције горњег строја моста услед убрзања/кочења воза



Максимално апсолутно хоризонтално померање конструкције горњег строја моста услед убрзања/кочења воза = **4,59 mm ≤ 5 mm**

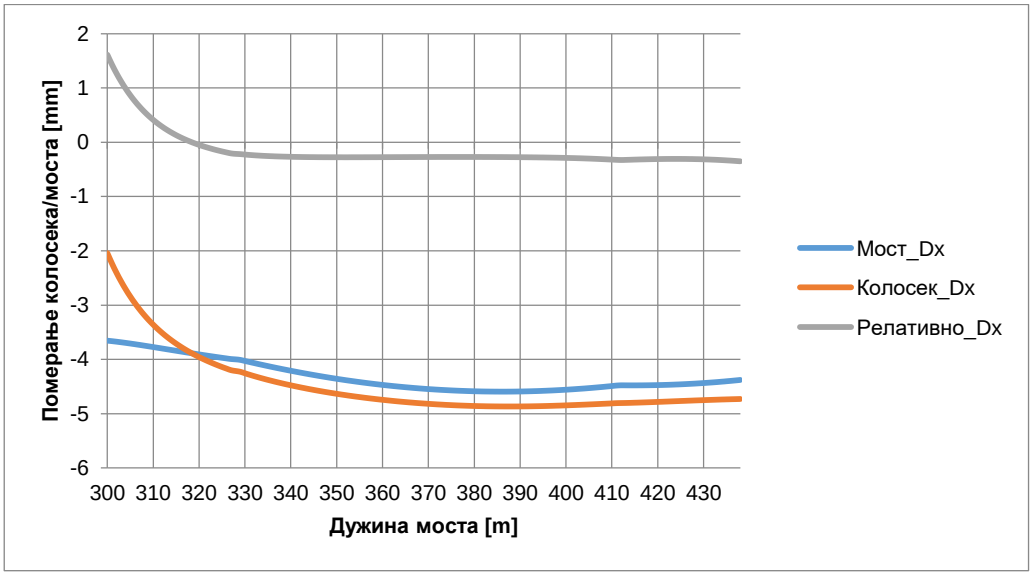
6) Релативно хоризонтално померање између шине и конструкције горњег строја моста услед убрзања/кочења воза

Леви колосек (кочење)



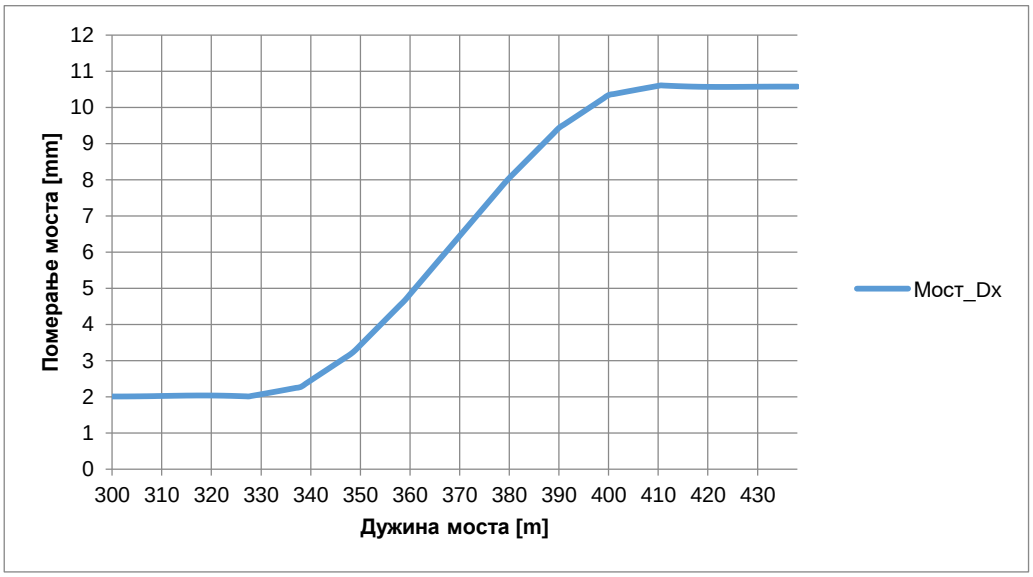
Максимално релативно хоризонтално померање између шине и конструкције горњег строја моста услед кочења воза = **1,37 mm ≤ 4 mm**

Десни колосек (убрзање)



Максимално релативно хоризонтално померање између шине и конструкције горњег строја моста услед убрзања воза = **<u>1,61 mm ≤ 4 mm</u>**

7) Подужно померање конструкције горњег строја моста услед заокретања крајева моста под вертикалним оптерећењем од воза

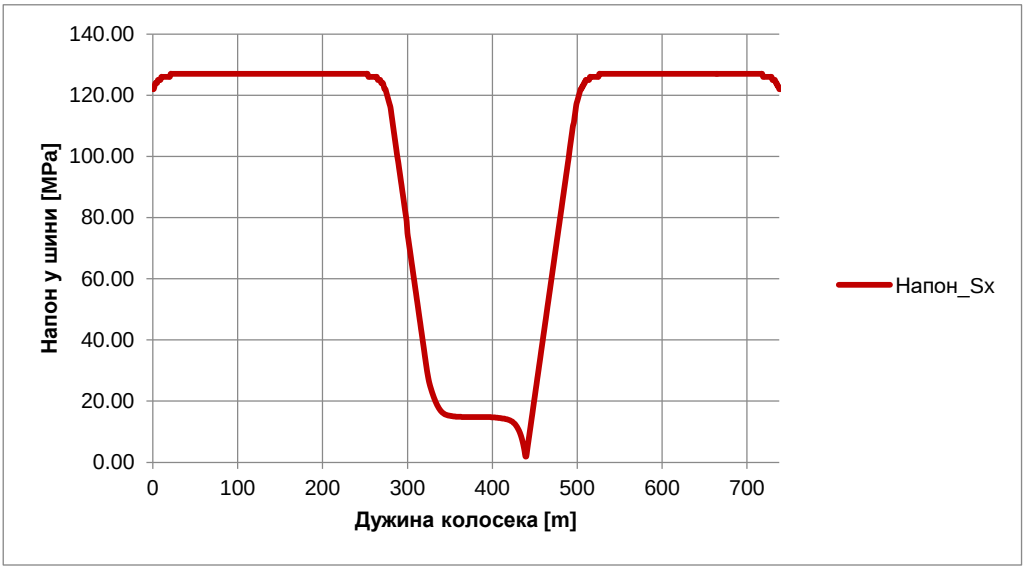


Максимално подужно померање конструкције горњег строја моста услед заокретања крајева моста под вертикалним оптерећењем од воза износи **<u>10,57 mm</u>** на крају моста где је предвиђена уградња шинских дилатационих справа у оба колосека и где је у складу са UIC 774-3 и SRPS EN 1991-2 дозвољено прекорачење од 8 mm. На другом крају моста где су шине континуално заварене максимално подужно померање конструкције горњег строја моста услед заокретања крајева моста под вертикалним оптерећењем од воза износи **<u>2,00 mm ≤ 8 mm.</u>**

1.2.1.6 Прорачун интеракције колосек - мост за зимске климатске услове

1) Напон у шини услед температурне промене у конструкцији горњег строја моста и континуално завареној шини

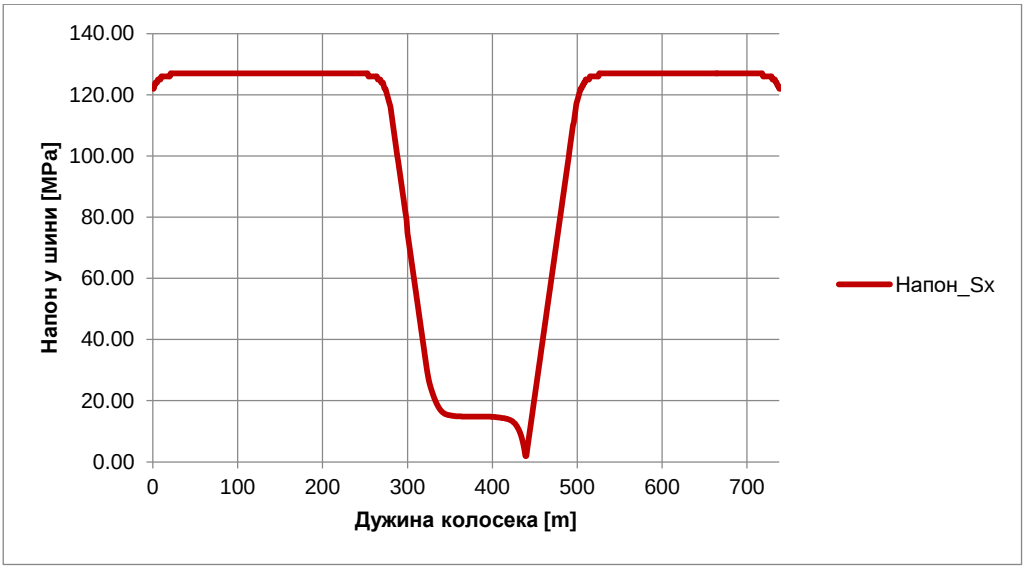
Леви колосек



Максимални напон притиска у шини = **0,00 MPa**

Максимални напон затезања у шини = **+78,80 MPa (додатни напон затезања је једнак нули)**

Десни колосек

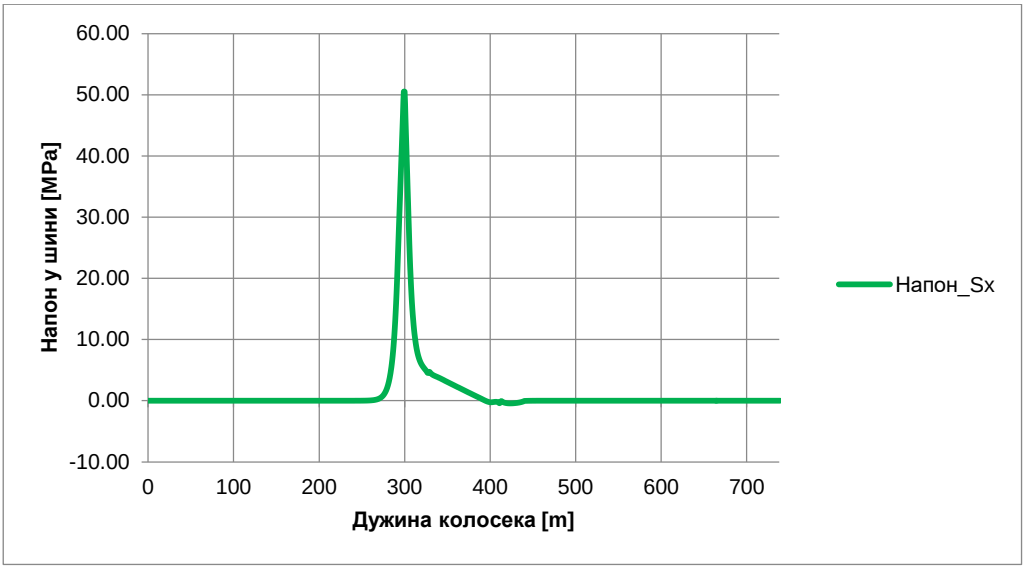


Максимални напон притиска у шини = **0,00 MPa**

Максимални напон затезања у шини = **+78,80 MPa (додатни напон затезања је једнак нули)**

2) Напон у шини услед убрзања/кочења воза

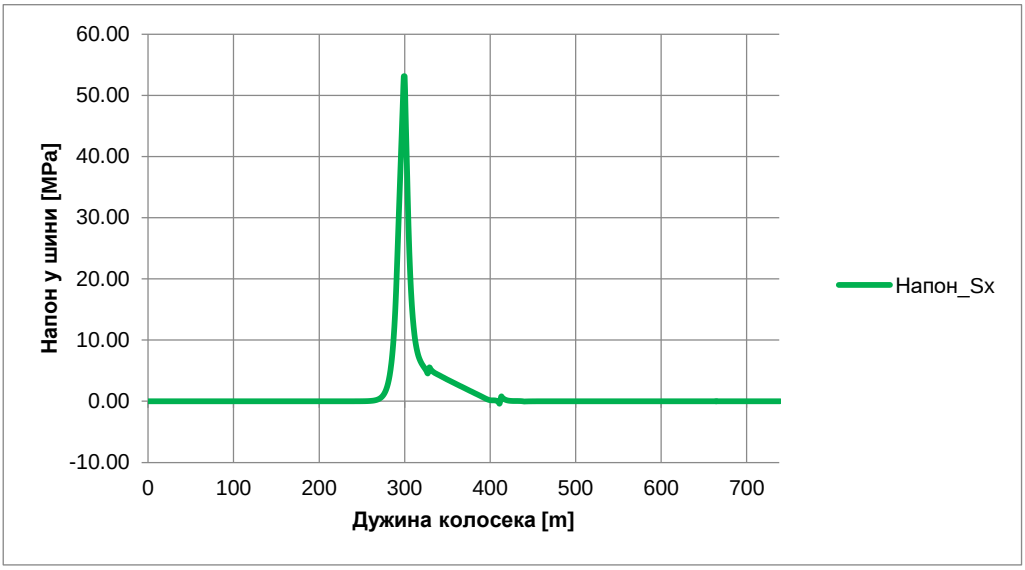
Леви колосек (убрзање воза)



Максимални напон притиска у шини = **0,00 MPa**

Максимални напон затезања у шини = **+50,50 MPa**

Десни колосек (кочење воза)

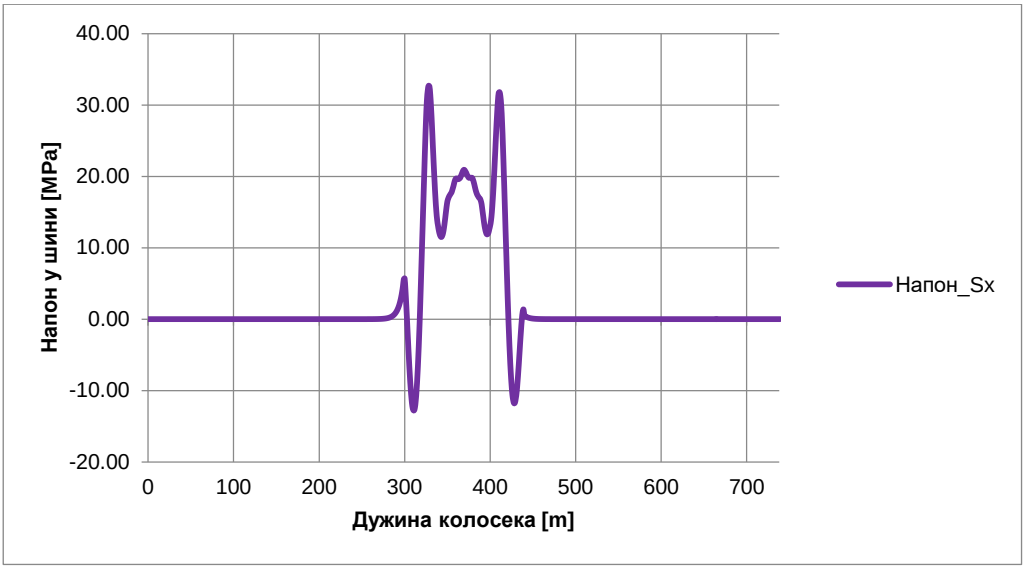


Максимални напон притиска у шини = **0,00 MPa**

Максимални напон затезања у шини = **+53,10 MPa**

3) Напон у шини услед савијања у вертикалној равни од воза

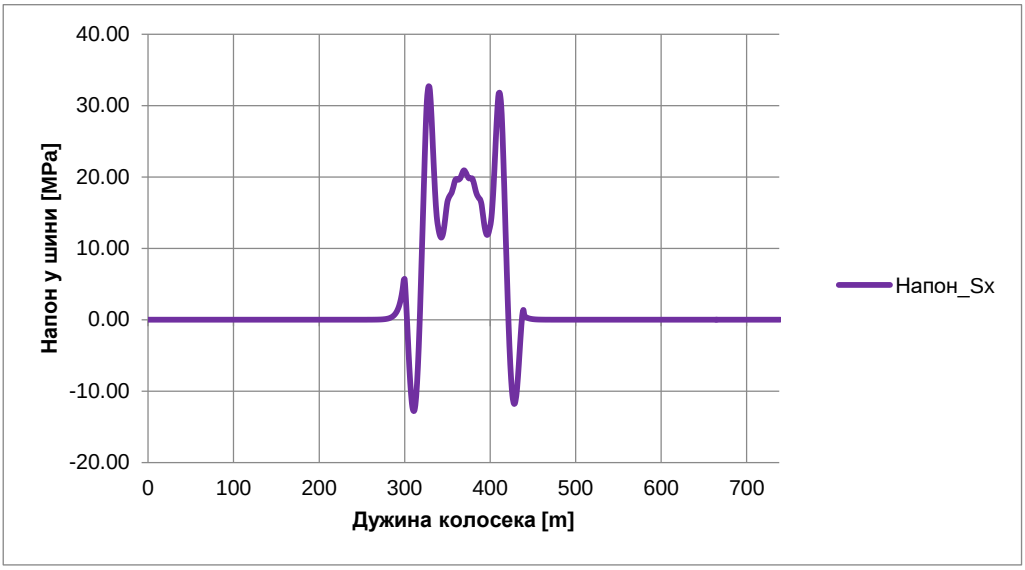
Леви колосек



Максимални напон притиска у шини = **0,00 MPa**

Максимални напон затезања у шини = **+5,70 MPa**

Десни колосек



Максимални напон притиска у шини = **0,00 MPa**

Максимални напон затезања у шини = **+5,70 MPa**

4) Напон у шини услед температурне промене у конструкцији горњег строја моста, убрзање/кочења воза и савијања у вертикалној равни од воза

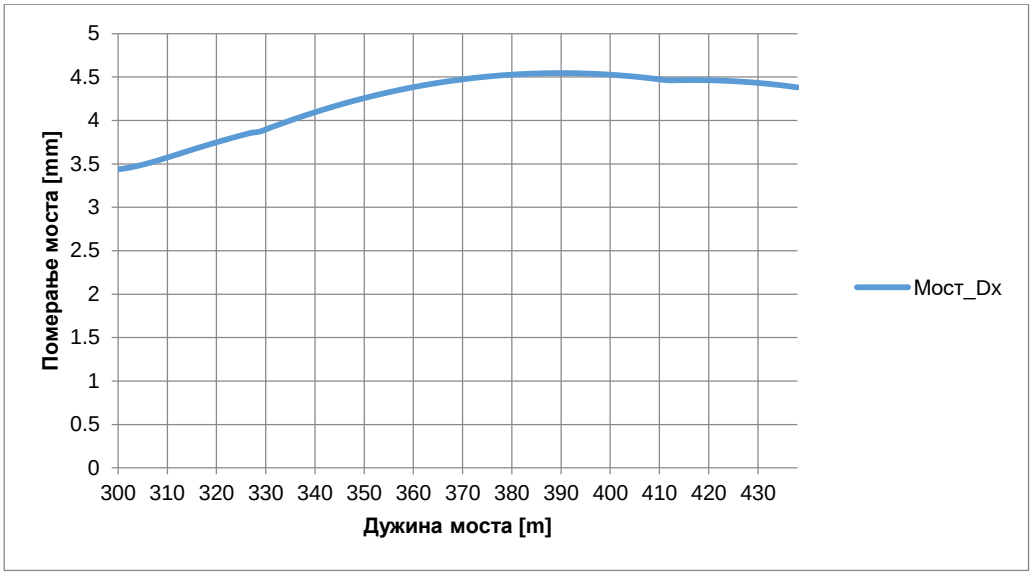
Леви колосек

Максимални напон затезања у шини = **+0,00+50,50+5,70 = +56,20 MPa ≤ +92,00 MPa**

Десни колосек

Максимални напон затезања у шини **= +0,00+53,10+5,70 = +58,80 MPa ≤ +92,00 MPa**

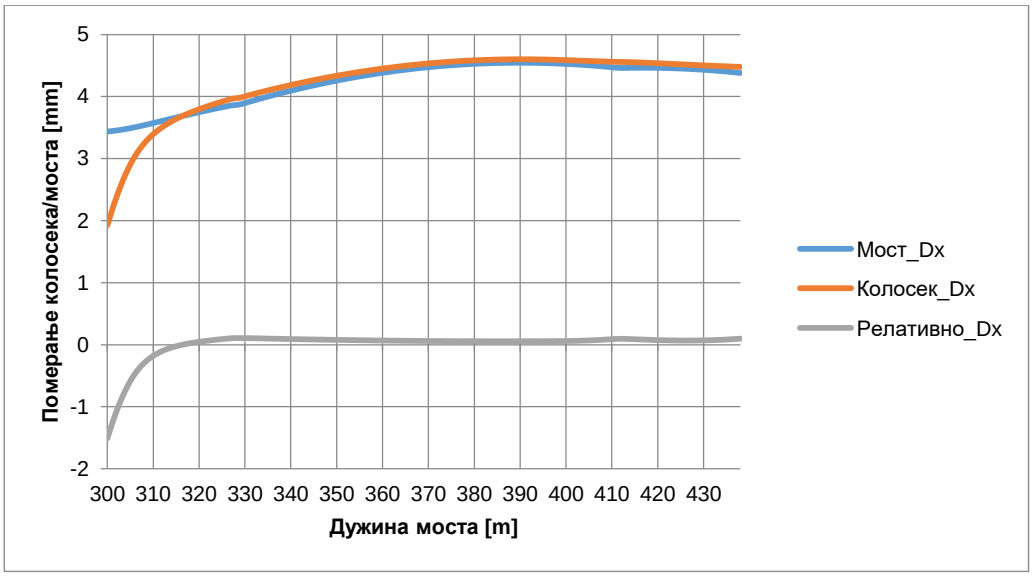
5) Апсолутно хоризонтално померање конструкције горњег строја моста услед убрзања/кочења воза



Максимално апсолутно хоризонтално померање конструкције горњег строја моста услед убрзања/кочења воза = **4,55 mm ≤ 5 mm**

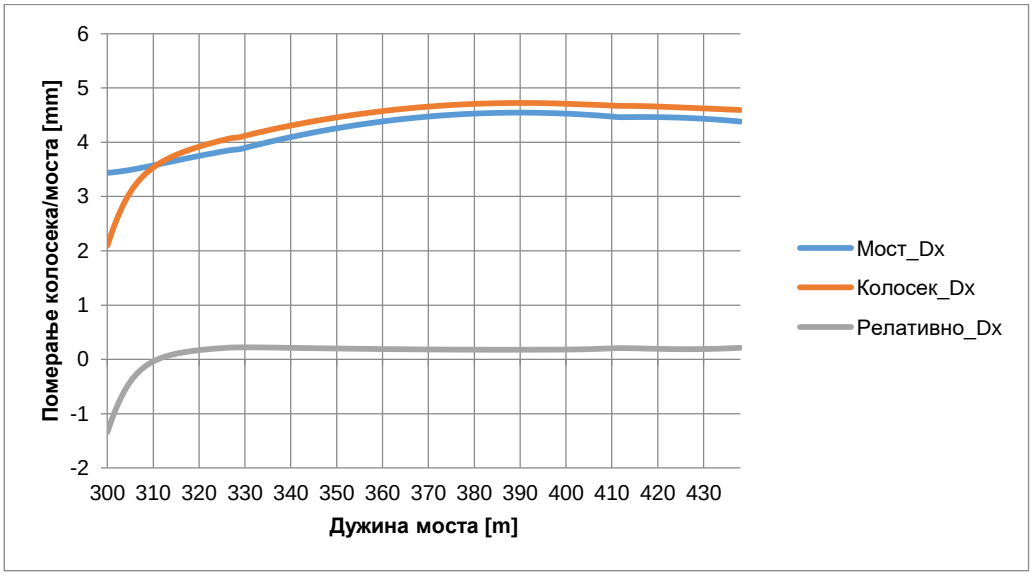
6) Релативно хоризонтално померање између шине и конструкције горњег строја моста услед убрзања/кочења воза

Леви колосек (убрзање)



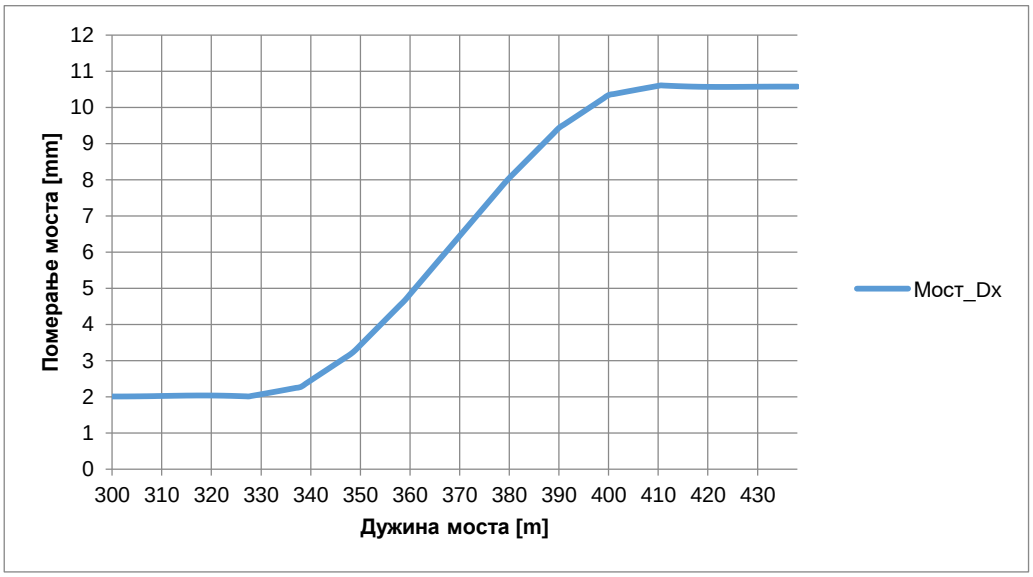
Максимално релативно хоризонтално померање између шине и конструкције горњег строја моста услед убрзања воза **= 1,51 mm ≤ 4 mm**

Десни колосек (кочење)



Максимално релативно хоризонтално померање између шине и конструкције горњег строја моста услед кочења воза = **1,34 mm ≤ 4 mm**

7) Подужно померање конструкције горњег строја моста услед заокретања крајева моста под вертикалним оптерећењем од воза



Максимално подужно померање конструкције горњег строја моста услед заокретања крајева моста под вертикалним оптерећењем од воза износи **10,57 mm** на крају моста где је предвиђена уградња шинских дилатационих справа у оба колосека и где је у складу са UIC 774-3 и SRPS EN 1991-2 дозвољено прекорачење од 8 mm. На другом крају моста где су шине континуално заварене максимално подужно померање конструкције горњег строја моста услед заокретања крајева моста под вертикалним оптерећењем од воза износи **2,00 mm ≤ 8 mm.**

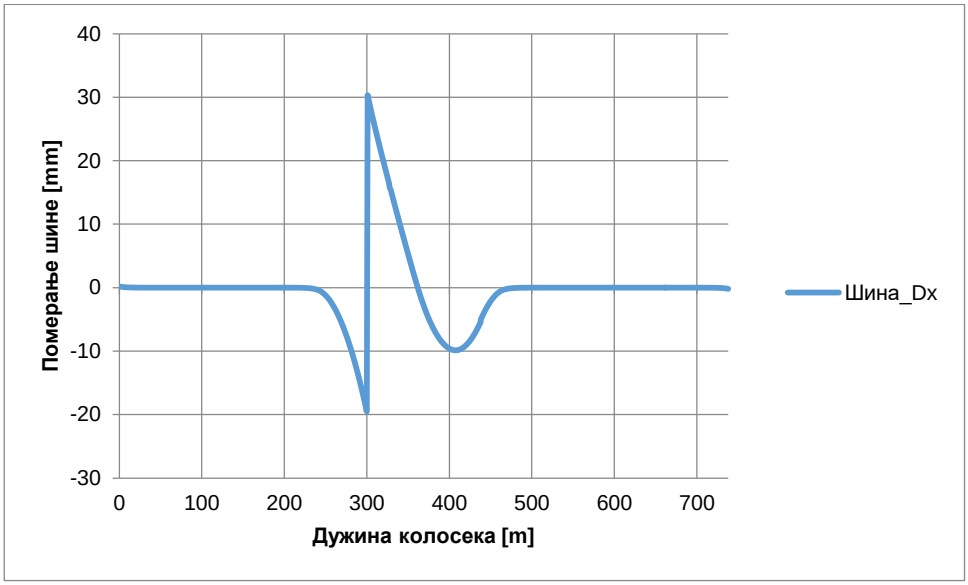
1.2.1.7 Стабилност колосека у хоризонталној равни на мосту у летњим климатским условима

Максимална температурна сила притиска у колосеку на мосту у летњим климатским условима меродавна за прорачун стабилности колосека у хоризонталној равни = -1574310 N

Улазни параметри за прорачун стабилности колосека у хоризонталној равни на мосту при екстремним летњим климатским условима су у складу са поглављима 1.2.1.1, 1.2.1.2 и 1.2.1.3 као и резултатима прорачуна интеракције колосек/мост.

Провера стабилности колосека у хоризонталној равни спроведена је за максималну вредност силе притиска у колосеку -1574310 N, која се због уграђене дилатационе справе у колосеку на мосту јавља у прелазној зони са насипа на мост.

1.2.1.8 Величина зазора услед пуцања шине на мосту у зимским климатским условима

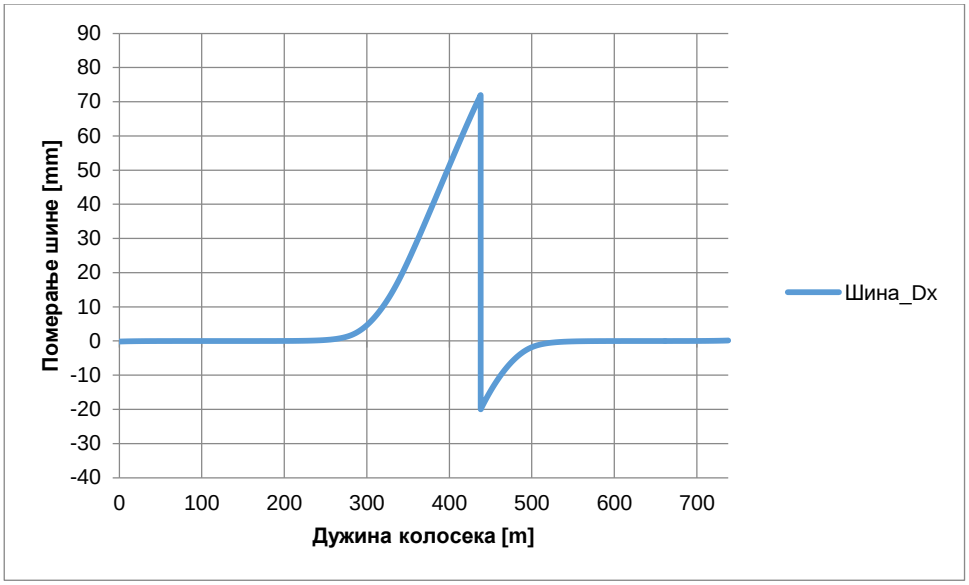


Максимална величина зазора услед пуцања шине на мосту у зимским климатским условима = **49,85 mm**

1.2.1.9 Капацитет шинске дилатационе справе у колосеку на мосту

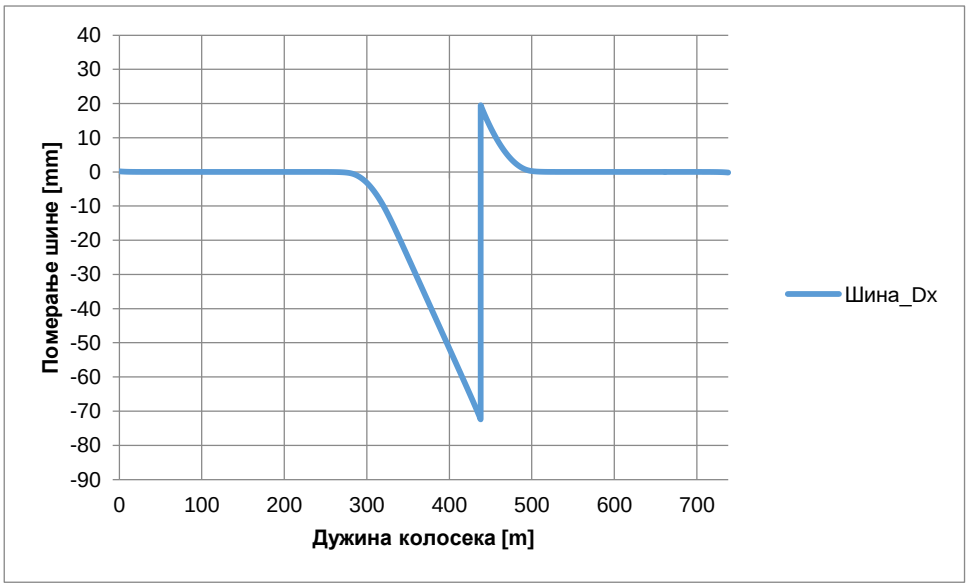
Дилатациона справа у колосеку је пројектована на стационажи km 0+865,33 у оба колосека.

Летњи климатски услови



Максимално издужење шине на мосту у летњим климатским условима = **+71,97 mm**
Максимално издужење шине на мосту услед кочења/убрзања = **+5,35 mm**
Максимално издужење шине на мосту услед вертикалног оптерећења од возила = **+10,57 mm**
Укупно максимално издужење шине на мосту = 1,5 x (+71,97 + 5,35 + 10,57) = **+131,84 mm**

Зимски климатски услови



Максимална скраћење шине на мосту у зимским климатским условима = **-72,40 mm**
Максимално скраћење шине на мосту услед кочења/убрзања = **-4,59 mm**

Укупно максимално скраћење шине на мосту = 1,5 x (-72,40 - 4,59) **= -115,49 mm**

Захтева се уградња шинских дилатационих справа у оба колосека минималног капацитета **a = ±150 mm** на стационажи km 0+865,33. (Капацитет шинске дилатационе справе у колосеку је усклађен са прорачуном дилатирања мостовске конструкције у оквиру статичког прорачуна моста.)

Срачунао:
Зоран Луковић, дипл.грађ.инж.
лиценца број 310 3032 03

CONTENT

1.1 Textual documentation

1.1.1 Technical report

1.1.1.1 Results of the calculation of the track-bridge interaction
1.1.1.2 Results of checking the stability of the track in the horizontal plane on the bridge
1.1.1.3 Results of checking the size of the rail gap on the bridge
1.1.1.4 Technical measures to ensure safety in case of derailment of the vehicle on the bridge

1.2 Numerical documentation

1.2.1 Static calculation

1.2.1.1 Input calculation parameters of the load
1.2.1.2 Input calculation parameters of the track
1.2.1.3 Input calculation parameters of the bridge
1.2.1.4 Calculation model of track-bridge interaction
1.2.1.5 Calculation of track-bridge interaction for summer climatic conditions
1.2.1.6 Calculation of track-bridge interaction for winter climatic conditions
1.2.1.7 Track stability in the horizontal plane on the bridge in summer climatic conditions
1.2.1.8 Size of the rail gap on the bridge in winter climatic conditions
1.2.1.9 Capacity of the rail expansion device in the track on the bridge

1.1 Textual documentation

1.1.1 Technical report

The calculation of the track-bridge interaction for the purpose of arranging the railway superstructure on the bridge at km 0+796,33 was performed in accordance with the requirements of the Technical Specifications of Interoperability for Infrastructure Subsystem (INF TSI).

Input design load parameters are harmonized with: Technical Specifications of Interoperability for Infrastructure Subsystem, as well as Serbian standards SRPS EN 1991-1-5, SRPS EN 1991-1-5/NA, SRPS EN 1991-2, SRPS EN 1991-2/NA.

In this sense, considered the following load due to:

- relevant temperature changes in the axis of the bridge deck and continuously welded rails,
- vertical load of the vehicle in accordance with the load scheme LM 71, SW/0, SW/2.
- horizontal load due to acceleration and/or braking of the vehicle.

All input calculation data in accordance with the bridge structure, railway superstructure, as well as railway vehicles are shown in Chapters 1.2.1.1, 1.2.1.2 and 1.2.1.3. In accordance with design speed of 100 km/h, a static calculation of the track-bridge interaction was performed. The calculation was performed using an integral model of track and bridge structures, with consideration of:

- bridge parameters: bridge disposition (static system, span, expansion length), geometrical characteristics of the bridge superstructure, stiffness and arrangement of bearings,
- track parameters: rail cross-section and rail steel quality, resistance to longitudinal displacement of unloaded and loaded track, taking into account bilinear behavior,
- load parameters: temperature change in the bridge superstructure, temperature changes in the continuously welded rails, acceleration/braking of vehicles, displacement and rotation of the ends of the bridge superstructure due to traffic load.

The connection between the track and the bridge superstructure was modeled using elastic connections with bilinear behavior. The horizontal stiffness of the supporting elements is defined in the model based on UIC 774-3 recommendations and standard SRPS EN 1991-2. In this way, the influences in the rails are obtained, which are relevant for comparison with the allowed additional stresses, proving the stability of the track in the horizontal plane for maximum summer temperatures, as well as gap size due to rail cracking for maximum winter temperatures. The calculation model takes into account the track with continuously welded rails at the length of the bridge and 300 m before and after the bridge, which corresponds to the maximum influential braking length of the vehicle. The layout of the calculation model is shown in Figures 9-11. A detailed description of the model characteristics is presented in Chapter 1.2.1.4.

1.1.1.1 Results of the calculation of the track-bridge interaction

Horizontal reactions on one (of a total of two) fix bridge bearing on the middle pier due to the track-bridge interaction:

Type of load	Summer climatic conditions	Winter climatic conditions
Temperature change in axis of the bridge and continuously welded rails	**-881,80 kN**	**+1179,10 kN**
Acceleration + Braking the train	**±392,05 kN**	**±350,20 kN**
Vertical load from the train	**+156,50 kN**	**+162,25 kN**
Note 1: The positive direction of the reaction corresponds to the direction of growth of the chainage. Note 2: The combined effect of temperature force, acceleration + braking force and the corresponding vertical load from the train is taken to dimensioning the bridge bearings and piers.		

Total horizontal reactions transmitted via shock absorbers (dampers) to the bridge abutments (pier) at km 0+727.33, km 0+837.73 и km 0+865.33 due to the track-bridge interaction:

Type of load	**Summer climatic conditions**	**Winter climatic conditions**
Acceleration + Braking the train		
Abutment km 0+727.33	**±722,40 kN**	**±629,80 kN**
Pier km 0+837.73	**±884,50 kN**	**±816,80 kN**
Abutment km 0+865.33	**±865,10 kN**	**±801,30 kN**
Note 1: The positive direction of the reaction corresponds to the direction of growth of the chainage. Note 2: The acceleration + braking force is taken to dimensioning the bridge piers.		

Maximum additional compressive and tensile stresses in continuously welded rails:

Type of load	**Left track**	**Right track**
Summer climatic conditions		
Temperature change in axis of the bridge and continuously welded rails	0,00 MPa	0,00 MPa
Acceleration /Braking	-45,30 MPa	-40,20 MPa
Vertical load from the train	0,00 MPa	0,00 MPa
Total additional compressive/tensile stresses in the relevant sections of the continuously welded rail	**-45,30 MPa ≤ -72 MPa**	**-40,20 MPa ≤ -72 MPa**
Winter climatic conditions		
Temperature change in axis of the bridge and continuously welded rails	0,00 MPa	0,00 MPa
Acceleration /Braking	+50,50 MPa	+53,10 MPa
Vertical load from the train	+5,70 MPa	+5,70 MPa
Total additional compressive/tensile stresses in the relevant sections of the continuously welded rail	**+56,20 MPa ≤ +92 MPa**	**+58,80 MPa ≤ +92 MPa**
Note 1: Pressure stresses with sign (-), tensile stresses with sign (+)		

Maximum absolute and relative displacements of the track and the bridge superstructure:

Type of displacement	**Summer climatic conditions**	**Winter climatic conditions**
Absolute horizontal displacement of the bridge superstructure due to acceleration/braking of the train	**4,59 mm ≤ 5 mm**	**4,55 mm ≤ 5 mm**
Relative horizontal displacement between the rail and the bridge superstructure due to acceleration/braking of the train	**1,37 mm ≤ 4 mm (braking)** **1,61 mm ≤ 4 mm (acceleration)**	**1,51 mm ≤ 4 mm (acceleration)** **1,34 mm ≤ 4 mm (braking)**
Horizontal displacement due to rotating of the ends of the bridge superstructure under the vertical load from the train	**10,57 mm (at the end of the bridge with the rail expansion device)** **2,00 mm ≤ 8 mm (at the end of the bridge with CWR)**	**10,57 mm (at the end of the bridge with the rail expansion device)** **2,00 mm ≤ 8 mm (at the end of the bridge with CWR)**

1.1.1.2 Results of checking the stability of the track in the horizontal plane on the bridge

Input parameters for checking the stability of the track in the horizontal plane on the bridge at extreme summer temperatures in the rails and the bridge superstructure were adopted in accordance with Chapter 1.2.1.7 and based on the results of the calculation of the track-bridge interaction.

Checking the stability of the track in the horizontal plane was carried out for the maximum value of the pressure force in the track -1574310 N, which occurs in the transition zone from the embankment to the bridge due to the built-in expansion device in the tracks on the bridge.

1.1.1.3 Results of checking the size of the rail gap on the bridge

The calculation was performed under the assumption that the maximum longitudinal resistance during elastic displacement of the rail through the system of elastic rail fastening is 30 kN/m, which corresponds to the force of longitudinal resistance 9 kN.

The calculated value of the rail gap in winter conditions is approximately 49,85 mm.

1.1.1.4 Technical measures to ensure safety in case of derailment of the vehicle on the bridge

- The guard rails, to keep trains on the track in the event of derailment, must be installed, as they can provide safety at speeds up to 160 km/h. The role of the guard rails is to keep the vehicle on track if it derailment on the bridge. In that way, the structure of the bridge is protected from damage and other negative consequences of derailment are reduced (for example. the vehicle fell off the bridge after derailment). Guard rails are mounted on sleepers with a flat upper surface. Guard rails are extended by 10 m to the embankments before and after the bridge and are connected in the middle of the track. Also, is necessary to ensure that the curb upper edge of the concrete bridge deck is 25 cm above the upper edge of the sleeper.

1.2 Numerical documentation

1.2.1 Static calculation

1.2.1.1 Input calculation parameters of the load

Input calculation parameters of load are harmonized with: Technical specifications of interoperability for subsystem of infrastructure, as well as Serbian standards SRPS EN 1991-1-5, SRPS EN 1991-1-5/NA, SRPS EN 1991-2, SRPS EN 1991-2/NA.

Temperature:

- temperature change in continuously welded rails in summer climatic conditions: +42,5 K,
- temperature change in continuously welded rails in winter climatic conditions: -52,5 K,
- temperature change in the bridge superstructure in summer climatic conditions: +49 K,
- temperature change in the bridge superstructure in winter climatic conditions: -44 K.

Vertical load from the train:

- LM71

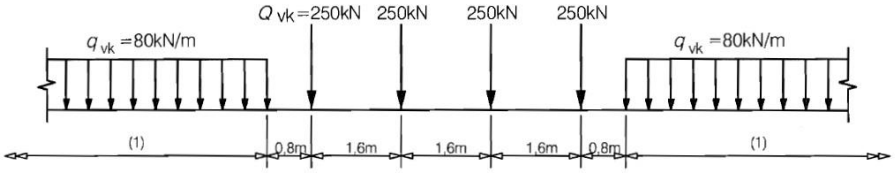
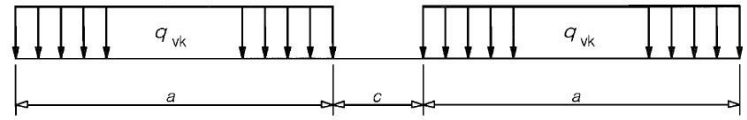


Fig. 2: Load model LM71 (α=1,21)

- SW/0, SW/2



Load Model	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

Fig. 3: Load model SW/0, SW/2 (α=1,21 for SW/0)

Horizontal load from train acceleration/braking LM71, SW/0, SW/2:

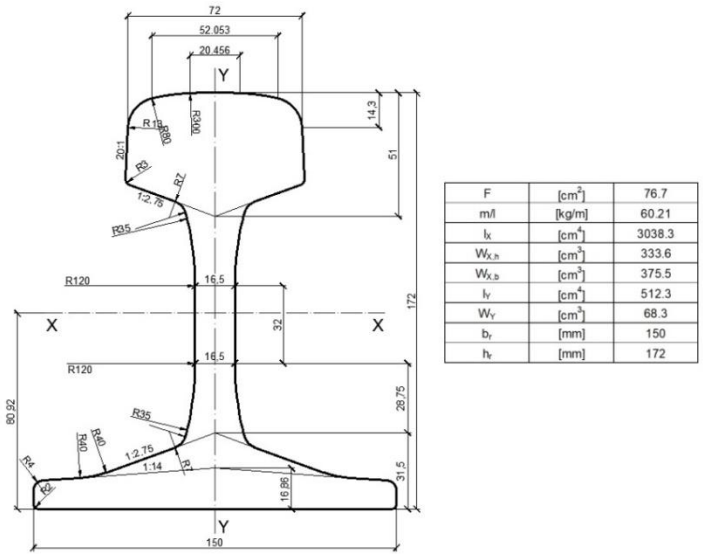
- train acceleration force 33 kN/m (≤1000 kN) for LM71, SW/0, SW/2 (α=1,21 for LM71, SW/0),
- train braking force 20 kN/m (≤6000 kN) for LM71, SW/0 (α=1,21),
- train braking force 35 kN/m for SW/2.

1.2.1.2 Input calculation parameters of the track

The input calculation parameters of the track are harmonized with: Serbian standards SRPS EN 13146-1, SRPS EN 13230 - parts 1 and 2, SRPS EN 13231, SRPS EN 13450, SRPS EN 13481 - parts 1 and 2, SRPS EN 13674-1, SRPS EN 1991-2, Law on the Safety of Railway Transport and Interoperability, as well as the Rulebook on Technical Conditions and Maintenance of the Railway Superstructure.

Rail

- rail cross-section 60E1 (tensile strength of steel 900 N/mm^2) in accordance with SRPS EN 13674-1,
- Young's modulus of elasticity of rail steel E=210 GPa,
- allowable additional tensile stress in rail foot 92 MPa in accordance with SRPS EN 1991-2,
- permissible additional pressure stress in rail 72 MPa in accordance with SRPS EN 1991-2,
- thermal expansion coefficient of rail steel α=1,15x10^{-5} 1/K.



F	[cm^2]	76.7
m/l	[kg/m]	60.21
I_X	[cm^4]	3038.3
$W_{X,h}$	[cm^3]	333.6
$W_{X,b}$	[cm^3]	375.5
I_Y	[cm^4]	512.3
W_Y	[cm^3]	68.3
b_r	[mm]	150
h_r	[mm]	172

Fig. 4: Rail cross-section 60E1 with geometric characteristics

Elastic rail fastening systems

For concrete sleepers in accordance with a series of Serbian standards SRPS EN 13481 - parts 1 and 2 and SRPS EN 13146-1.

- minimum longitudinal resistance to rail displacement ≥ 7 kN (calculated with 9 kN) in accordance with SRPS EN 13674-1.

Mono block prestressed concrete sleepers with a flat top surface

In accordance with a series of Serbian standards SRPS EN 13481-2 and SRPS EN 13230 - parts 1 and 2.

- minimum sleeper mass 281 kg without rail fastening,
- sleeper length 260 cm,
- longitudinal axial distance between sleepers 60 cm,
- minimum active backing surface of sleeper on ballast 0,57 m^2.

Rail expansion device

Rail expansion device is projected at km 0+865.33 in both tracks.

Ballast prism of gravel

In accordance with a series of Serbian standards SRPS EN 13450 with the dimensions of the ballast prism according to SRPS EN 13231.

- the minimum thickness of the ballast prism on the bridge below the lower edge of the sleeper in the cross-section below the rail 35 cm,
- width of the shoulder part of the ballast prism on the concrete deck of the bridge > 50 cm,
- resistance of the ballast prism to the longitudinal displacement of the unloaded track k=20 kN/m in accordance with SRPS EN 1991-2,
- resistance of the ballast prism to the longitudinal displacement of the loaded track k=60 kN/m in accordance with SRPS EN 1991-2.

1.2.1.3 Input calculation parameters of the bridge

The input design parameters of the bridge are defined in accordance with the characteristics of the bridge structure.

- the bridge is a continuous girder static system with spans 27.6 m + 82.8 m + 27.6 m,
- the bridge superstructure consists of a steel truss structure with a coupled concrete deck on the lower chord of the truss,
- steel truss structure is constructed from steel grade S355,
- concrete deck is made of concrete class C35/45,
- the support of bridge superstructure is done over 12 bearings, 4 on each abutment, and 2 on each middle pier,
- shock absorbers (dampers) to accept the impact due to braking/acceleration of the railway vehicle are placed on the bridge abutments (pier) at km 0+727,33, km 0+837,73 и km 0+865,33,

- the required minimum longitudinal (horizontal) stiffness of the supports of bridge superstructure due to acceleration/braking train is ≥ 200000 kN/m,
- the expansion lengths of the bridge are L_{T1}=27.6 m and L_{T2}=110.4 m,
- bridge is straight,
- on the bridge there is a two-track railway designed for speed V_p=100 km/h,
- the maximum permissible longitudinal relative displacement between the continuously welded rail and the bridge superstructure due to acceleration/braking of the train is ≤ 4 mm,
- the maximum permissible longitudinal absolute displacement of the bridge superstructure due to acceleration/braking of the train is ≤ 5 mm,
- the maximum permissible longitudinal displacement of the bridge superstructure due to the rotation of the bridge ends under the vertical load from the train is ≤ 8 mm.

Longitudinal section

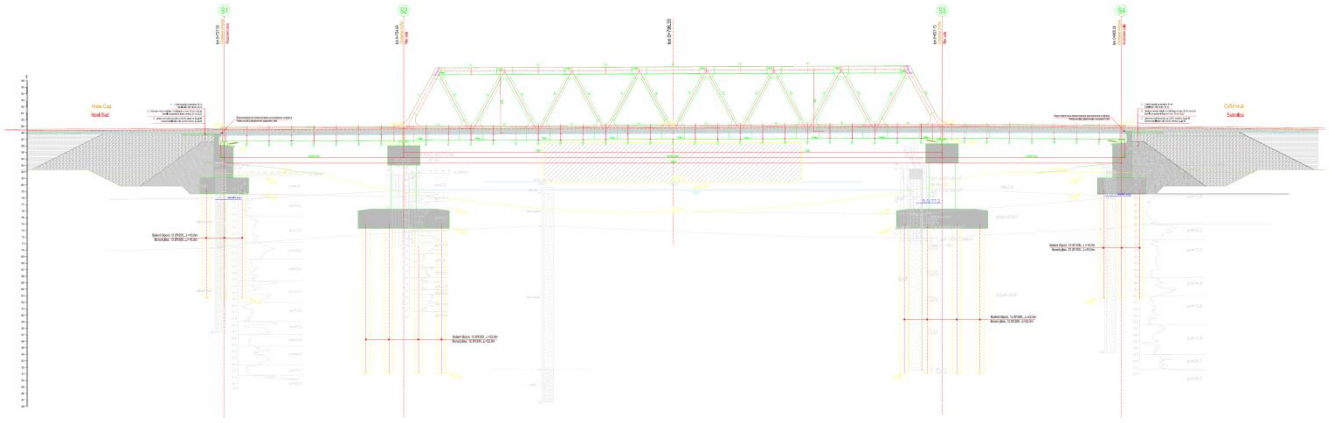


Fig. 5: Longitudinal section of the bridge on km 0+796.33

Cross-section

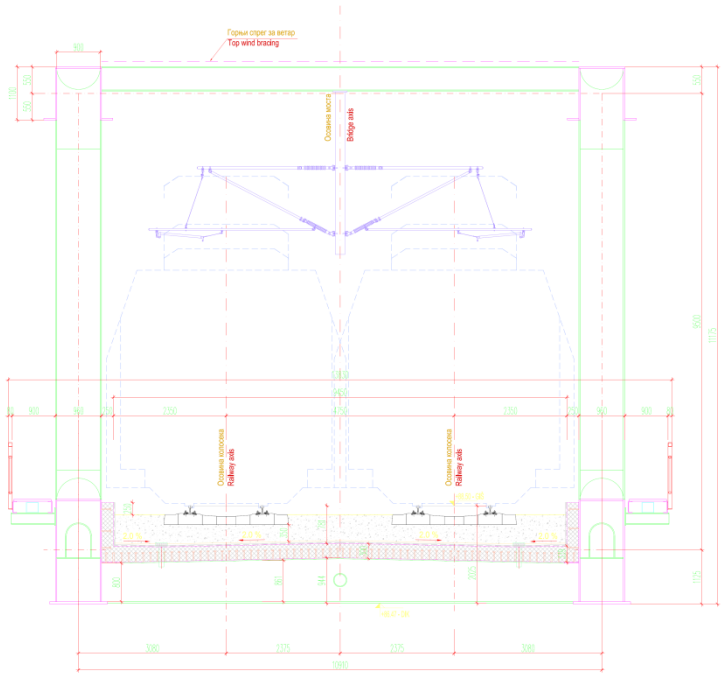


Fig. 6: Cross-section of the bridge on km 0+796.33

Bearing scheme

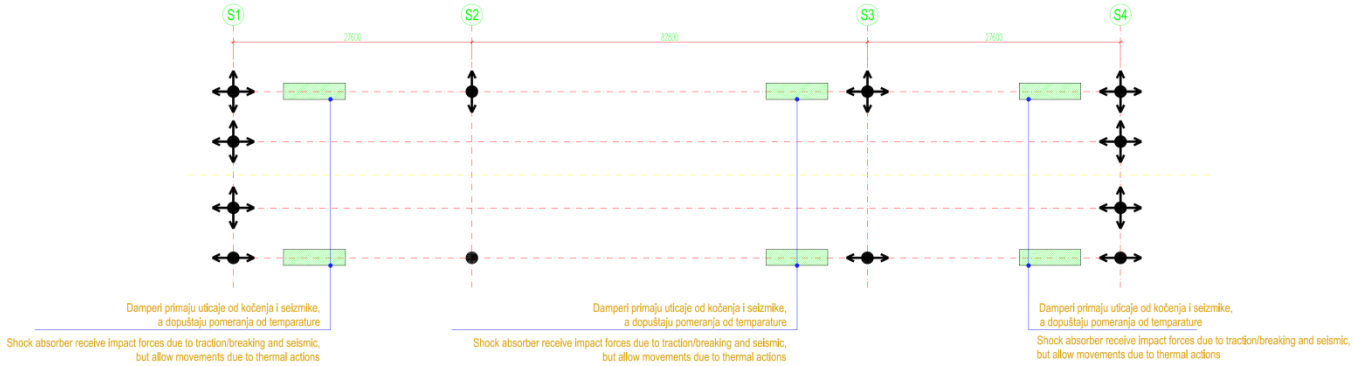
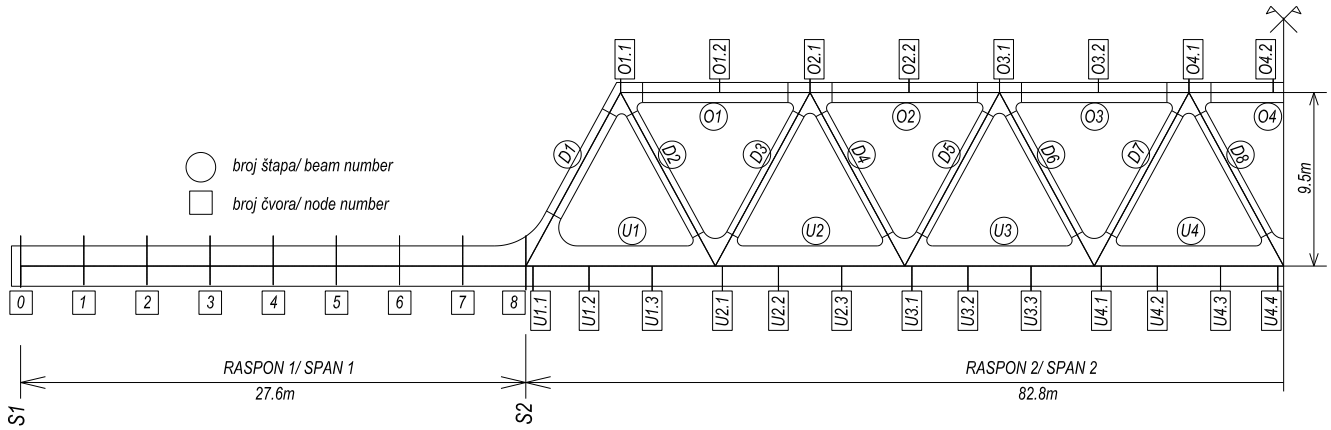


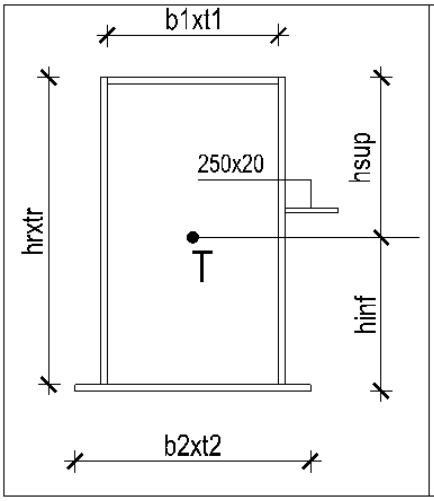
Fig. 7: Bearing scheme of bridge on km 0+796.33

Geometrical characteristics of elements bridge superstructure

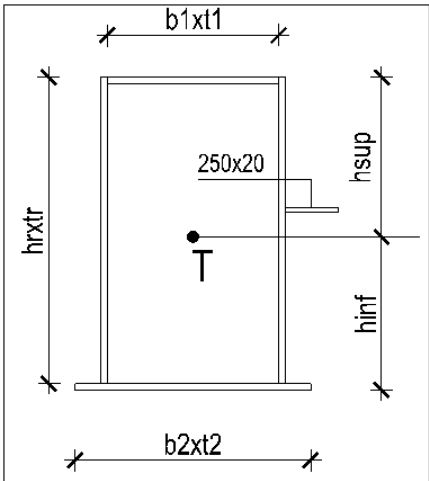
Steel truss structure with coupling concrete deck:



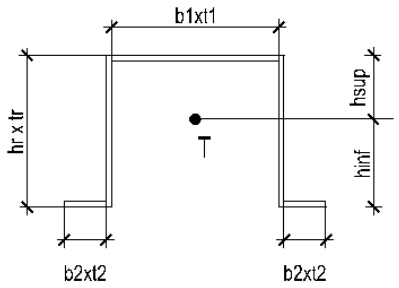
- Elements of steel truss structure [mm]



	Штап 0-6	Штап 6-7	Штап 7-8
b1 (mm)	900	900	900
t1 (mm)	25	40	50
b2 (mm)	1100	1100	1100
t2 (mm)	20	35	50
hr (mm)	217.5	219	220
tr (mm)	20	25	40
hsup (mm)	-1108	-1132	-1170
hinf (mm)	1087	1093	1080
A(cm2)	1385	1925	2860
Iy (cm4)	8925739	13708879	19768920
Wysup (cm3)	-80528	-121060	-169008
Wyinf (cm3)	82144	125470	182995
Iz (cm4)	2454311	3267773	5102347
Wz (cm3)	40905	85039	85039

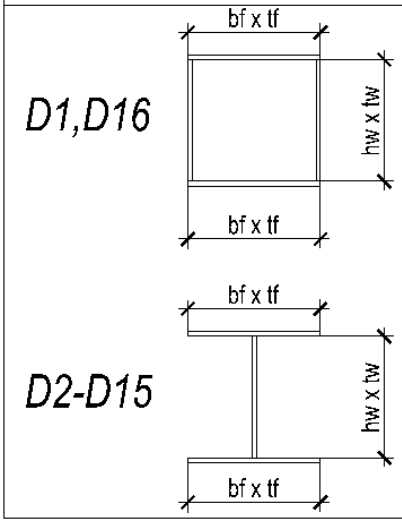


	Доњи појас U1.1, U8.3	Доњи појас U1.2, U8.2	Доњи појас U1.3, U8.1, U2- U7
b1 (mm)	900	900	900
t1 (mm)	50	40	25
b2 (mm)	1100	1100	1100
t2 (mm)	50	35	20
hr (mm)	220	219	217.5
tr (mm)	40	25	20
hsup (mm)	-1170	-1132	-1108
hinf (mm)	1080	1093	1087
A(cm2)	2860	1925	1385
Iy (cm4)	19768920	13708879	8925739
Wysup (cm3)	-169008	-121060	-80528
Wyinf (cm3)	182995	125470	82144
Iz (cm4)	5102347	3267773	2454311
Wz (cm3)	85039	85039	40905



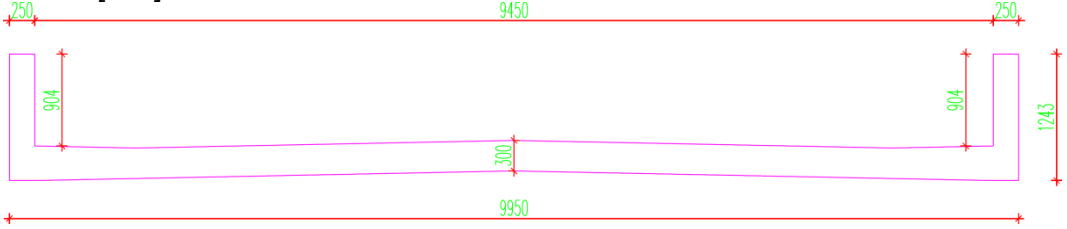
	Горњи појас О1,О7	Горњи појас О2,О6	Горњи појас О3 - О5
b1 (mm)	900	900	900
t1 (mm)	20	30	40
b2 (mm)	250	240	300
t2 (mm)	25	30	40
hr (mm)	1100	1100	1100
tr (mm)	15	25	30
hsup (mm)	-503	-480	-500
hinf (mm)	597	620	600
A(cm2)	635	964	1260
iy(cm)	43.6	41.9	43.0
iz(cm)	44.4	44.1	45.8
Iy (cm4)	1204703	1692727	2327464
Iz (cm4)	1253908	1875729	2641140
$W_{y,sup}$ (cm3)	-23590	-35265	-46549
$W_{y,inf}$(cm3)	20179	27302	38791
W_z(cm3)	17537	26234	36939

Дијагонале карактеристике бруто пресека



	D1,D16	D2 – D4 D13 - D15	D5 - D12
b_f(mm)	900	700	600
t_f(mm)	40	30	25
h_w(mm)	900	900	900
t_w(mm)	20	20	15
A(cm2)	1048	600	435
Iy (cm4)	1516029	1029960	733000
W_y (cm3)	30939	21458	15596
iy (cm)	32.7	41.4	41.0
Iz (cm4)	1121117	171560	90025
W_z (cm3)	24914	4902	3001
iz (cm)	38.0	16.9	14.4

- Concrete deck [mm]



Material characteristics of the elements bridge superstructure

All elements of the steel truss structure are made of steel grade S355 with the following characteristics:

Steel grade S355:

- $E=2,1x10^{8}$ kN/m^2
- v=0,3
- $\alpha=1,2x10^{-5}$ 1/C
- $\rho=76,98$ kN/m^3

Concrete deck is made of concrete class C35/45 with the following characteristics:

Concrete class C35/45:

- $E= 3,4077x10^{7}$ kN/m^2 ($Er=9,33x10^{6}$ kN/m^2 - reduced value of cracked concrete with reinforcement)
- v=0,2
- $\alpha=1,0x10^{-5}$ 1/C
- $\rho=25,00$ kN/m^3

Steel reinforcement in the concrete is grade B500B:

Steel reinforcement grade B500B:

- $E=2,1x10^{8}$ kN/m^2
- v=0,3
- $\alpha=1,2x10^{-5}$ 1/C
- $\rho=76,98$ kN/m^3

1.2.1.4 Calculation model of track-bridge interaction

Based on the calculation of the track-bridge interaction, the influences are obtained in the following form:

- longitudinal forces in supports (reactions of fixed supports),
- additional stresses in rails,
- absolute and relative displacements of the rails and the bridge superstructure.

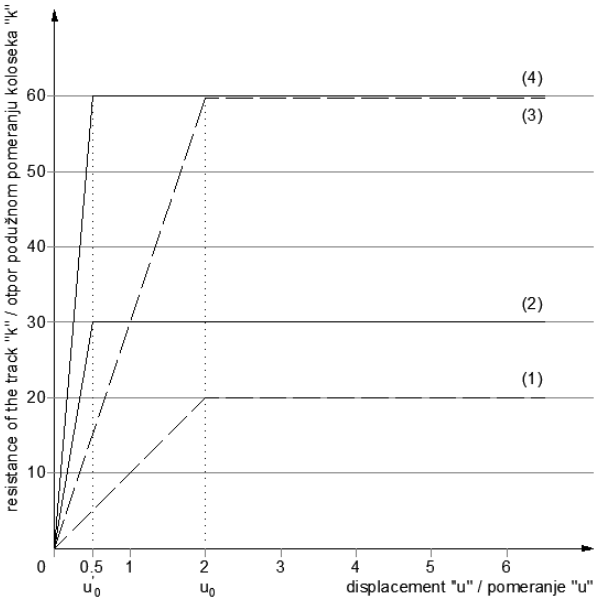
Influences due to interaction are determined iteratively, by a series of nonlinear simulations, in order to determine the behavior of the track-bridge system, due to temperature changes in the bridge superstructure, vertical load from the train and longitudinal forces due to train acceleration/braking.

The calculation of the track-bridge interaction is carried out using an integral model of track and bridge structure taking into account:

- bridge parameters: bridge disposition (static system, spans, expansion lengths), geometrical characteristics of the bridge superstructure, stiffness of structure and arrangement of supports,
- track parameters: rail cross-section and rail steel quality, resistance to longitudinal displacement of loaded and unloaded track, taking into account the bilinear behavior of the track-bridge connection,
- load parameters: temperature changes in the bridge superstructure and rails, acceleration and braking of the train, displacement and rotating the ends of the bridge super structure due to traffic load.

The connection between the track elements and the bridge superstructure elements was modeled by means of elastic connections with bilinear behavior in accordance with the Serbian standard SRPS EN 1991-2 (Figure 8).

The model adopts the horizontal stiffness of the fixed support, which corresponds to the real displacement of the bridge superstructure due to acceleration/braking the train. In this way, the influences in the rails are obtained, which are relevant for the analysis of the allowed additional stresses and track stability in the horizontal plane at maximum summer temperature, as well as the size of the gap when the rail cracks at maximum winter temperature. The calculation model takes into account the track with continuously welded rails at a length of 300 m in before and after the bridge, which corresponds to the maximum influential length of train braking.



(1) - resistance of sleeper in ballast (unloaded track)
otpor podužnom pomeranju praga kroz zastor (neopterećen kolosek)

(2) - resistance of rail in sleeper (unloaded track) (frozen ballast or track without ballast)
otpor podužnom pomeranju šine u odnosu na prag (neopterećen kolosek) (smrznuti zastor ili kolosek na čvrstoj podlozi)

(3) - resistance of sleeper in ballast (loaded track)
otpor podužnom pomeranju praga kroz zastor (opterećen kolosek)

(4) - resistance of rail in sleeper (loaded track) (frozen ballast or track without ballast)
otpor podužnom pomeranju šine u odnosu na prag (opterećen kolosek) (smrznuti zastor ili kolosek na čvrstoj podlozi)

u'_0 - ultimate relative displacement of the rail to the sleeper
granično relativno pomeranje šine u odnosu na prag

u_0 - ultimative relative displacement of the sleeper in the ballast
granično relativno pomeranje praga u odnosu na zastor

Note: / Napomena:
rail profile 60E1, concrete sleepers B70 at a distance of 60 cm and longitudinal resistance of the rail in the track 2x9 kN, minimum thickness of the compacted ballast below the sleeper is 30 cm.
šine 60E1, betonski pragovi B70 na razmaku 60 cm i podužni otpor šina u koloseku 2x9 kN, minimalna debljina zbijenog zastora ispod praga 30 cm.

Fig. 8: Longitudinal displacement resistance of track/rail

View of calculation model

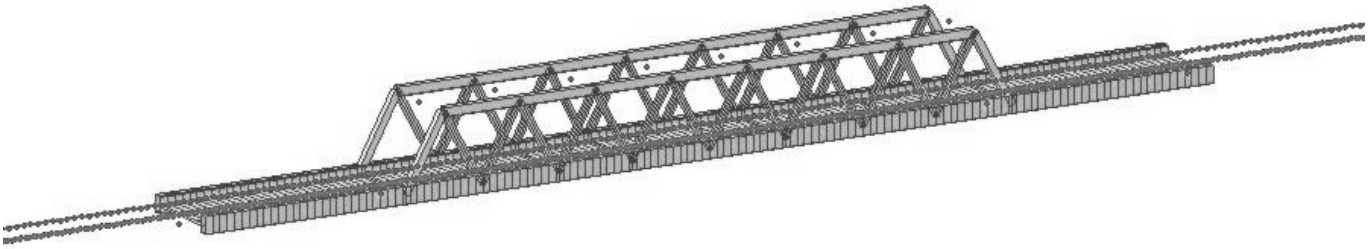


Fig. 9: View of calculation model

Longitudinal section of the calculation model

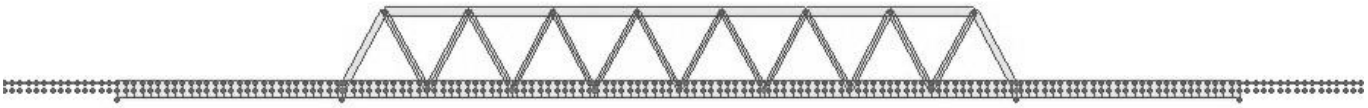


Fig. 10: Longitudinal section of the calculation model

Cross-section of calculation model

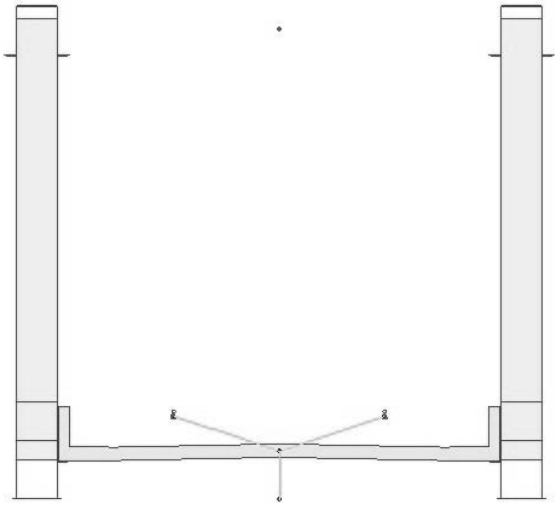
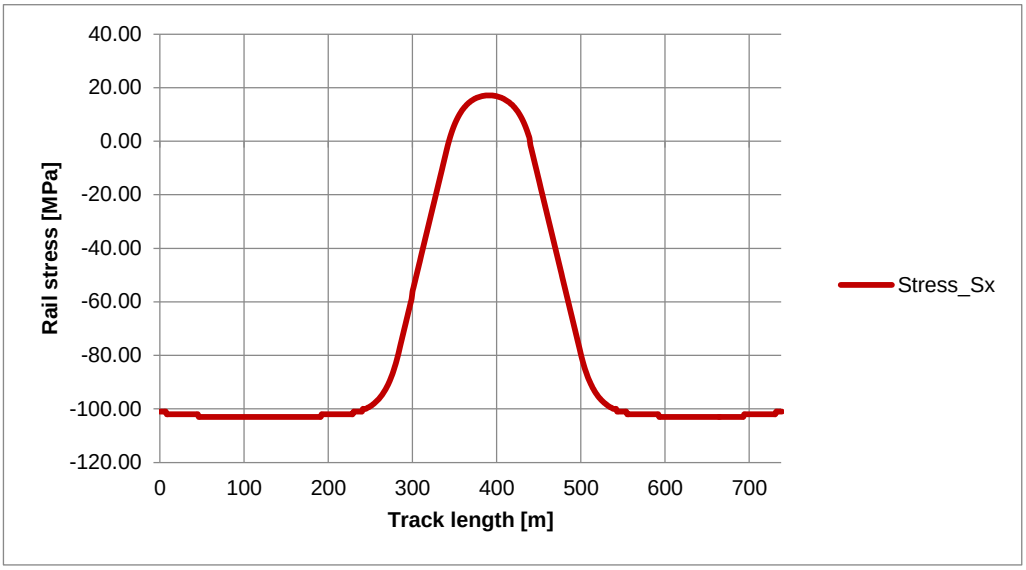


Fig. 11: Cross-section of the calculation model with elastic connections with bilinear behavior between the track and the bridge superstructure

1.2.1.5 Calculation of track-bridge interaction for summer climatic conditions

1) Rail stress due to temperature change in bridge superstructure and continuously welded rails

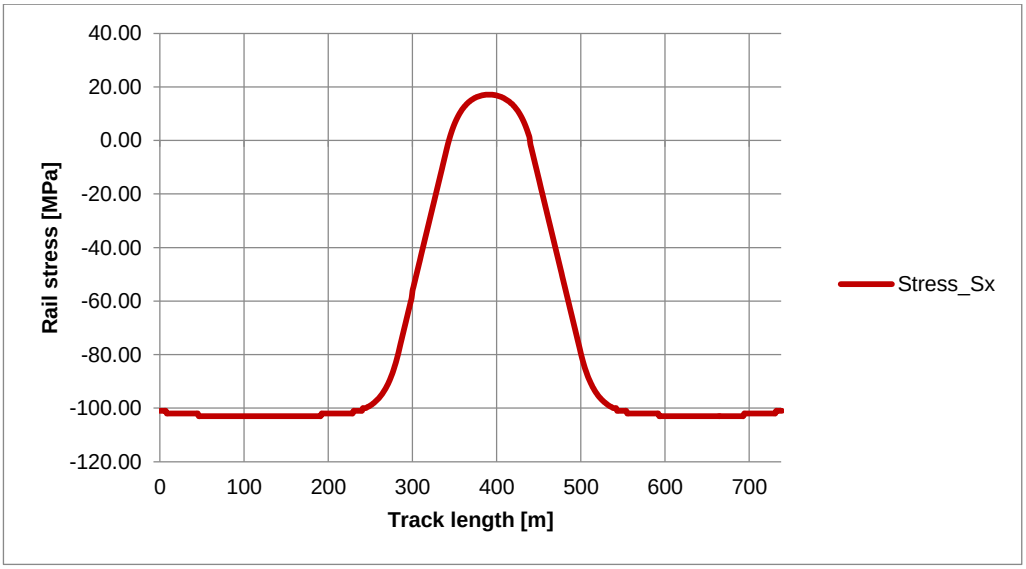
Left track



Maximum pressure stress in rail = **-58,80 MPa (the additional pressure stress is equal to zero)**

Maximum tensile stress in rail = **0,00 MPa**

Right track

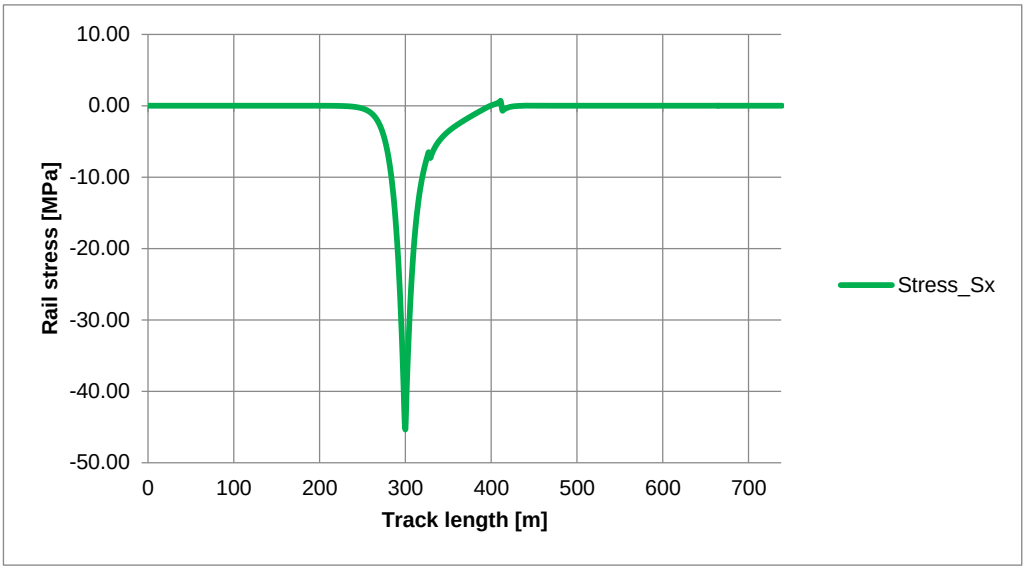


Maximum pressure stress in rail = **-58,80 MPa (the additional pressure stress is equal to zero)**

Maximum tensile stress in rail = **0,00 MPa**

2) Rail stress due to train acceleration/braking

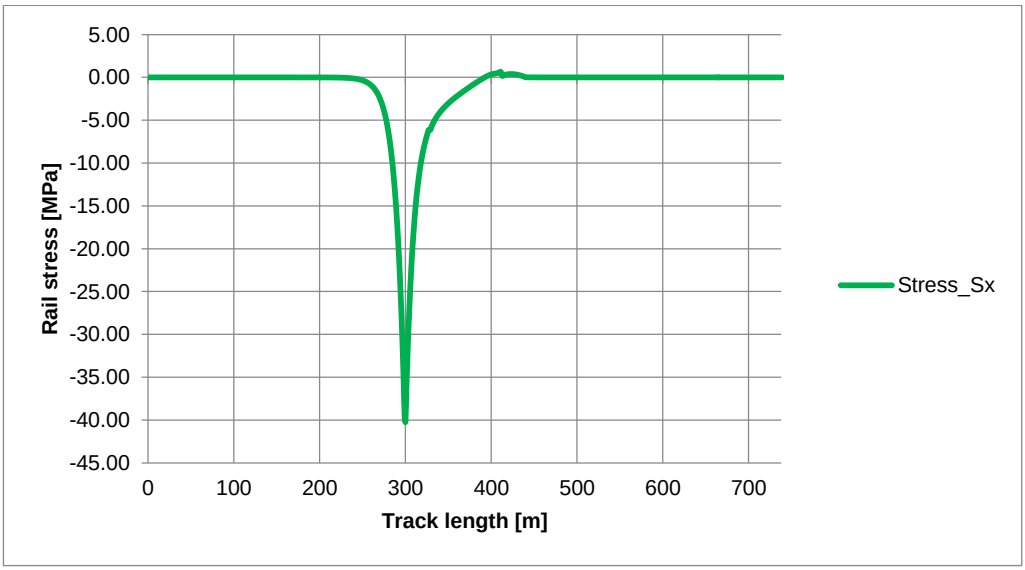
Left track (train braking)



Maximum pressure stress in rail = **-45,30 MPa**

Maximum tensile stress in rail = **0,00 MPa**

Right track (train acceleration)

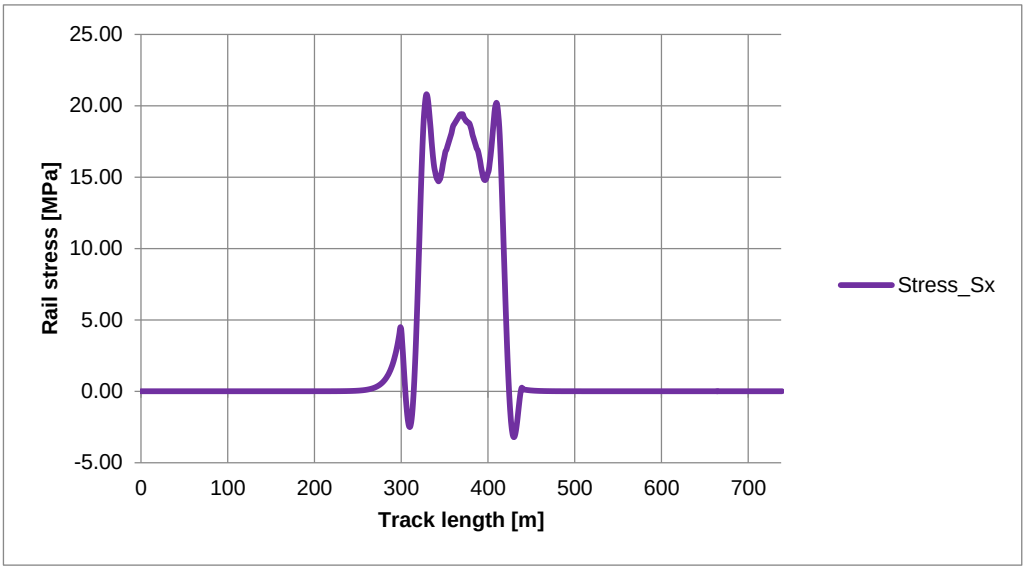


Maximum pressure stress in rail = **-40,20 MPa**

Maximum tensile stress in rail = **0,00 MPa**

3) Rail stress due to vertical bending under train

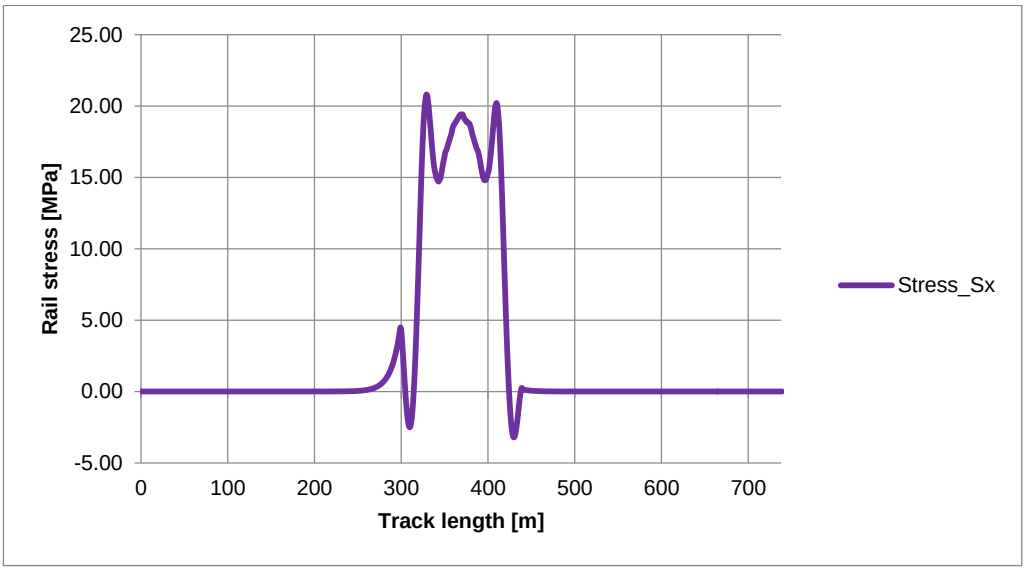
Left track



Maximum pressure stress in rail = **0,00 MPa**

Maximum tensile stress in rail = **+4,49 MPa**

Right track



Maximum pressure stress in rail = **0,00 MPa**

Maximum tensile stress in rail = **+4,49 MPa**

4) Rail stress due to temperature change in bridge superstructure, train acceleration/braking and vertical bending under train

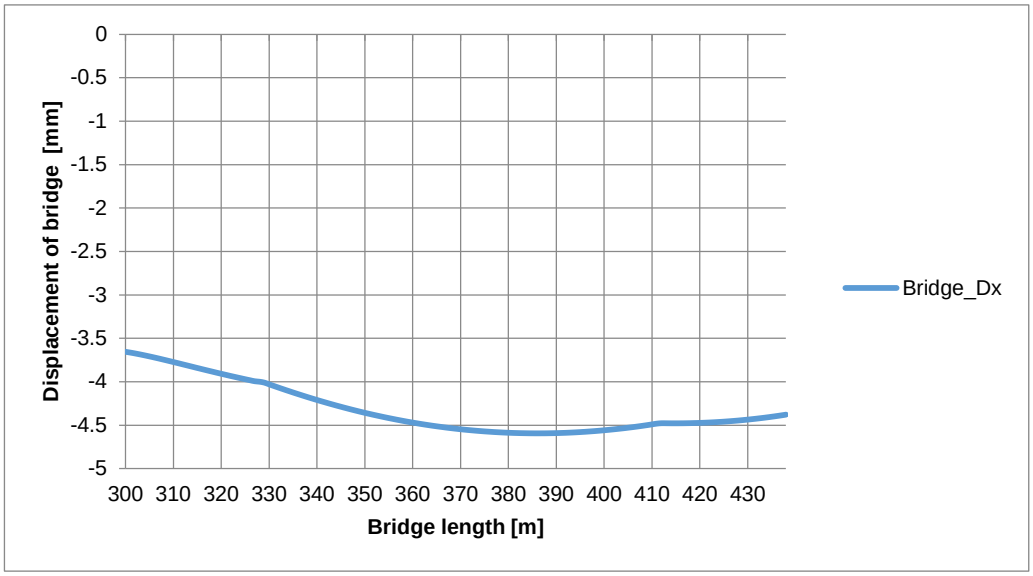
Left track

Maximum pressure stress in rail = **-0,00-45,30-0,00 = <u>-45,30 MPa ≤ -72,00 MPa</u>**

Right track

Maximum pressure stress in rail = **-0,00-40,20-0,00 = <u>-40,20 MPa ≤ -72,00 MPa</u>**

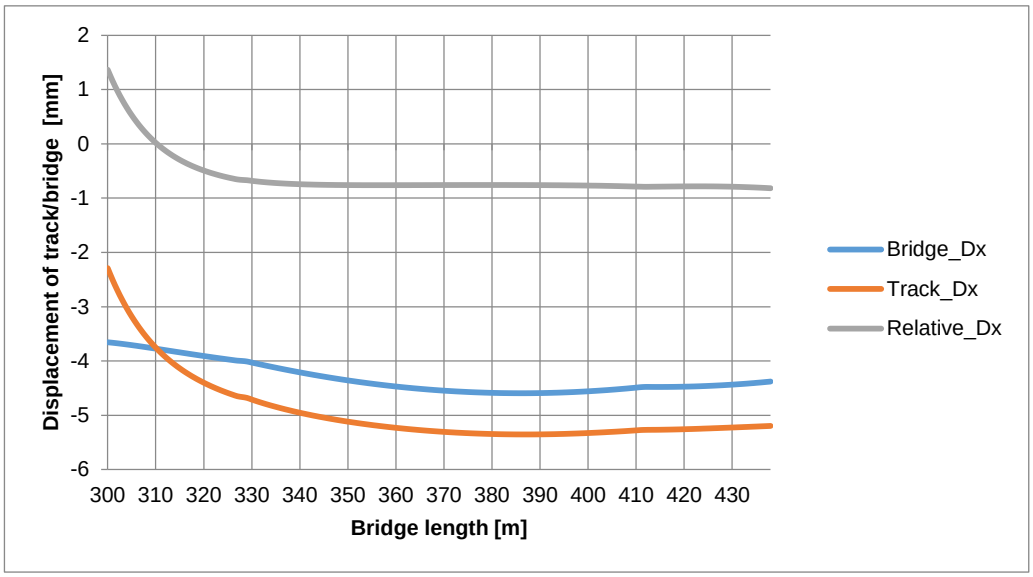
5) Absolute horizontal displacement of bridge superstructure due to acceleration/braking of the train



Maximum absolute horizontal displacement of bridge superstructure due to acceleration/braking of the train = **4,59 mm ≤ 5 mm**

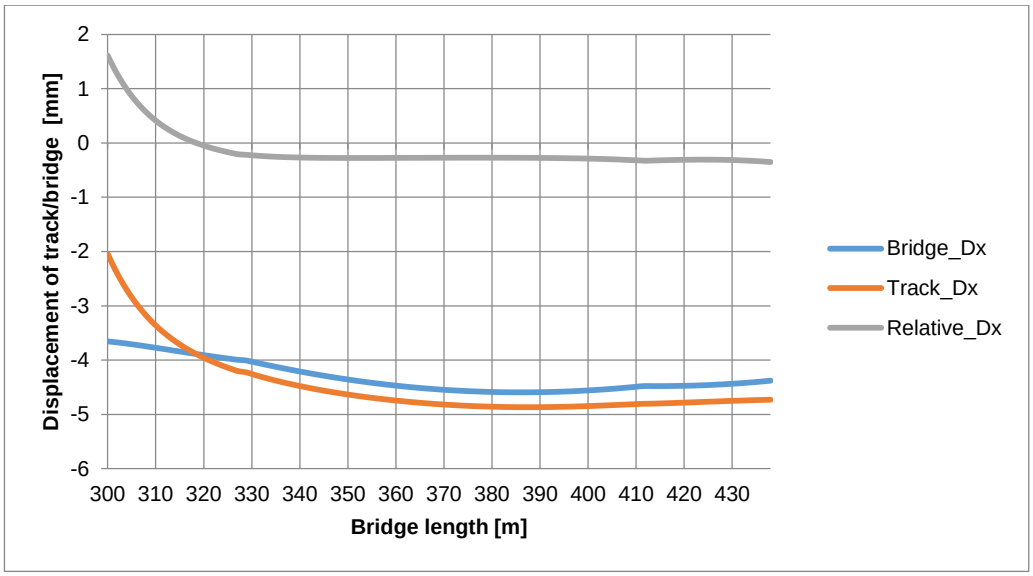
6) Relative horizontal displacement between rail and bridge superstructure due to acceleration/braking of the train

Left track (train braking)



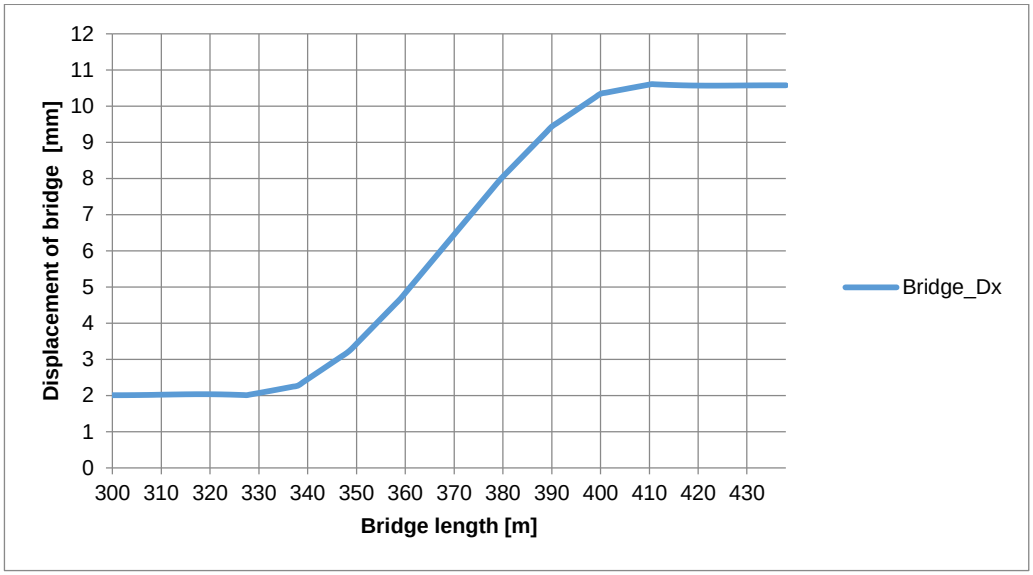
Maximum relative horizontal displacement between rail and bridge superstructure due to braking of the train = **1,37 mm ≤ 4 mm**

Right track (train acceleration)



Maximum relative horizontal displacement between rail and bridge superstructure due to acceleration of the train = **1,61 mm ≤ 4 mm**

7) Longitudinal displacement of bridge superstructure due to rotating of bridge ends under the vertical train load

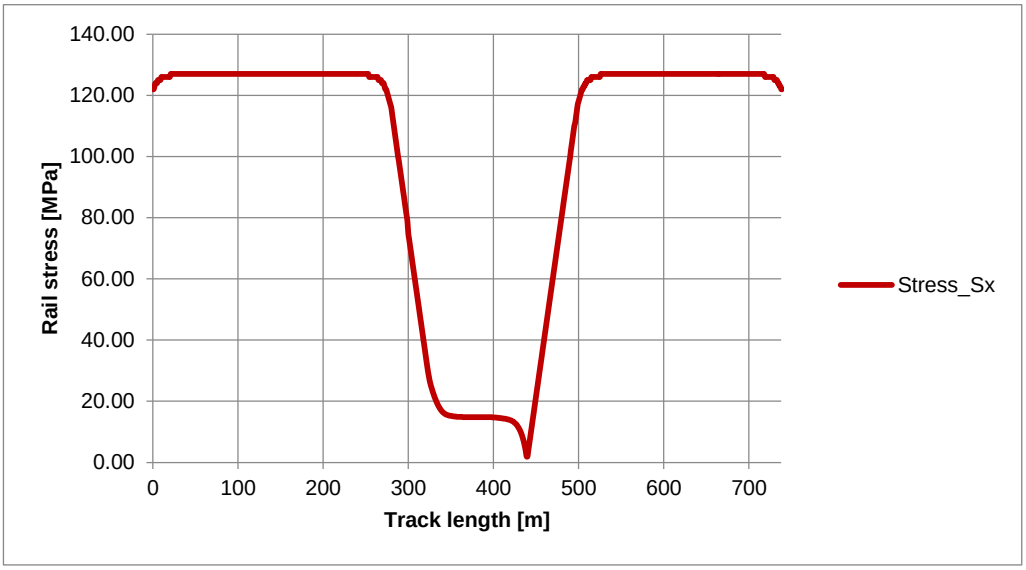


Maximum longitudinal displacement of bridge superstructure due to rotating of bridge ends under the vertical train load is **10.57 mm** at the end of the bridge where the installation of rail expansion devices in both tracks is planned and where in accordance with UIC 774-3 and SRPS EN 1991-2 an exceed of 8 mm is allowed. At the other end of the bridge where the rails are continuously welded, the maximum longitudinal displacement of bridge superstructure due to rotating of bridge ends under the vertical train load is **2.00 mm ≤ 8 mm.**

1.2.1.6 Calculation of track-bridge interaction for winter climatic conditions

1) Rail stress due to temperature change in bridge superstructure and continuously welded rails

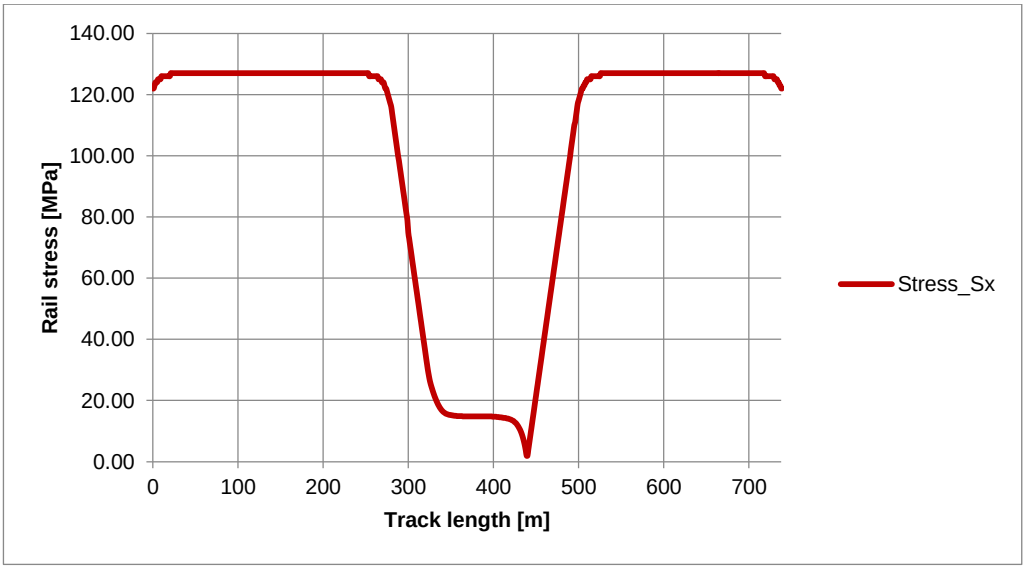
Left track



Maximum pressure stress in rail = **0,00 MPa**

Maximum tensile stress in rail = **+78,80 MPa (the additional tensile stress is equal to zero)**

Right track

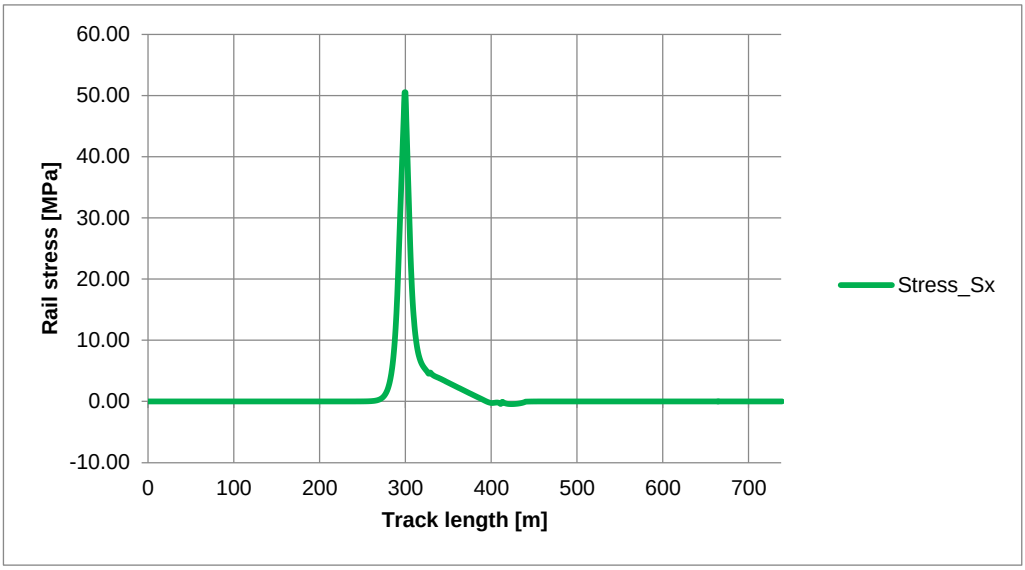


Maximum pressure stress in rail = **0,00 MPa**

Maximum tensile stress in rail = **+78,80 MPa (the additional tensile stress is equal to zero)**

2) Rail stress due to train acceleration/braking

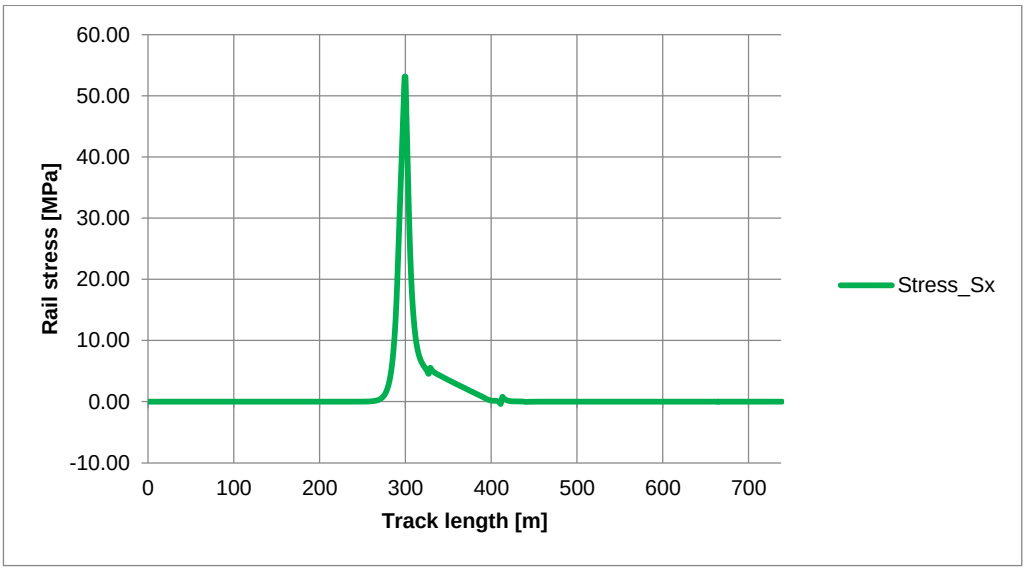
Left track (train acceleration)



Maximum pressure stress in rail = **0,00 MPa**

Maximum tensile stress in rail = **+50,50 MPa**

Right track (train braking)

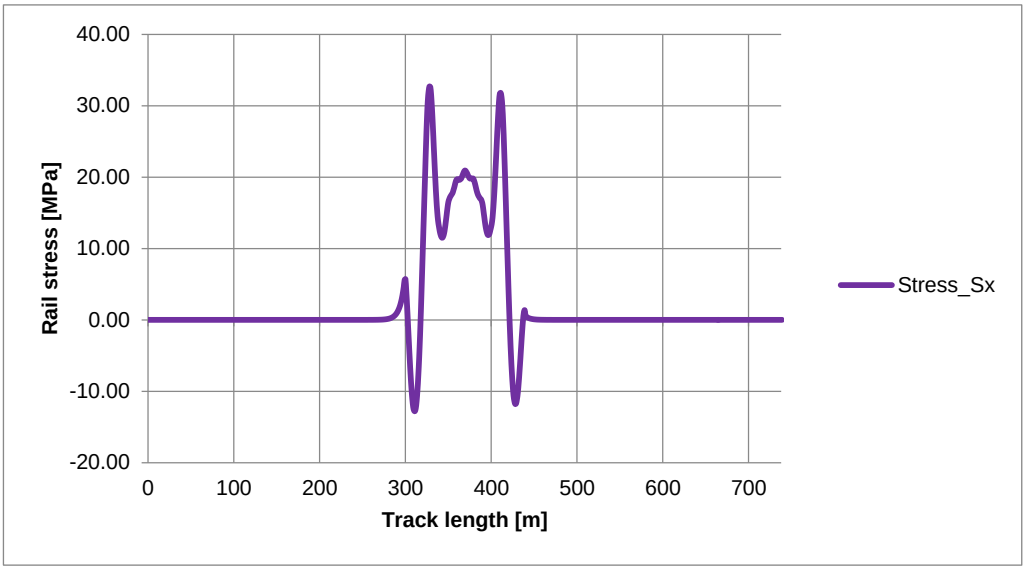


Maximum pressure stress in rail = **0,00 MPa**

Maximum tensile stress in rail = **+53,10 MPa**

3) Rail stress due to vertical bending under train

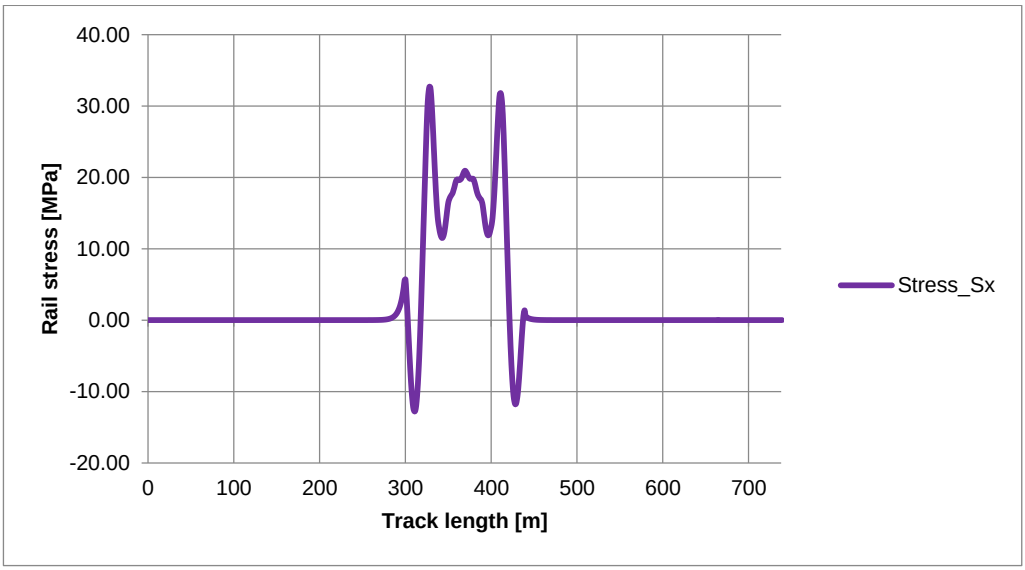
Left track



Maximum pressure stress in rail = **0,00 MPa**

Maximum tensile stress in rail = **+5,70 MPa**

Right track



Maximum pressure stress in rail = **0,00 MPa**

Maximum tensile stress in rail = **+5,70 MPa**

4) Rail stress due to temperature change in bridge superstructure, train acceleration/braking and vertical bending under train

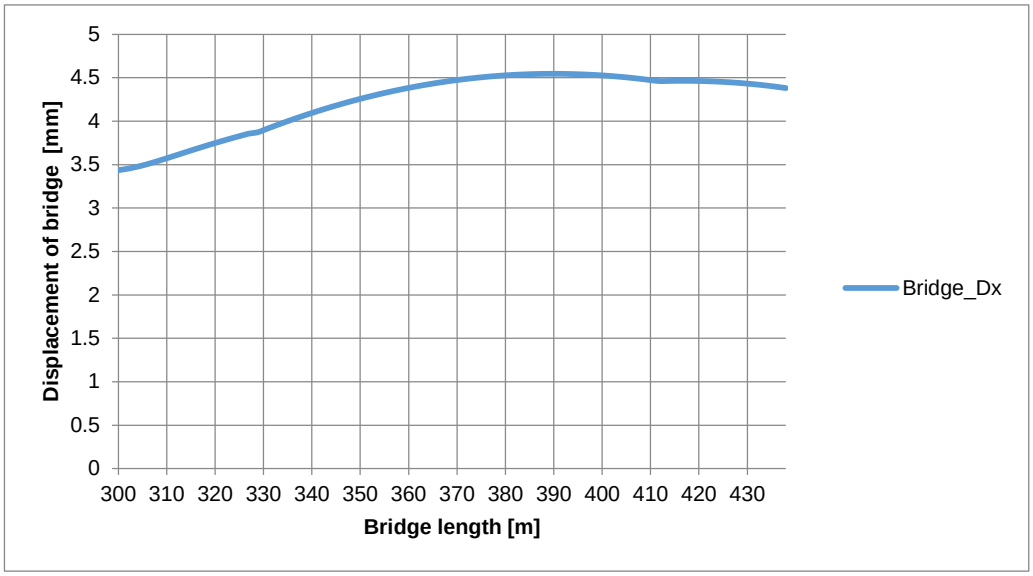
Left track

Maximum tensile stress in rail = **+0,00+50,50+5,70 = +56,20 MPa ≤ +92,00 MPa**

Right track

Maximum tensile stress in rail **= +0,00+53,10+5,70 = +58,80 MPa ≤ +92,00 MPa**

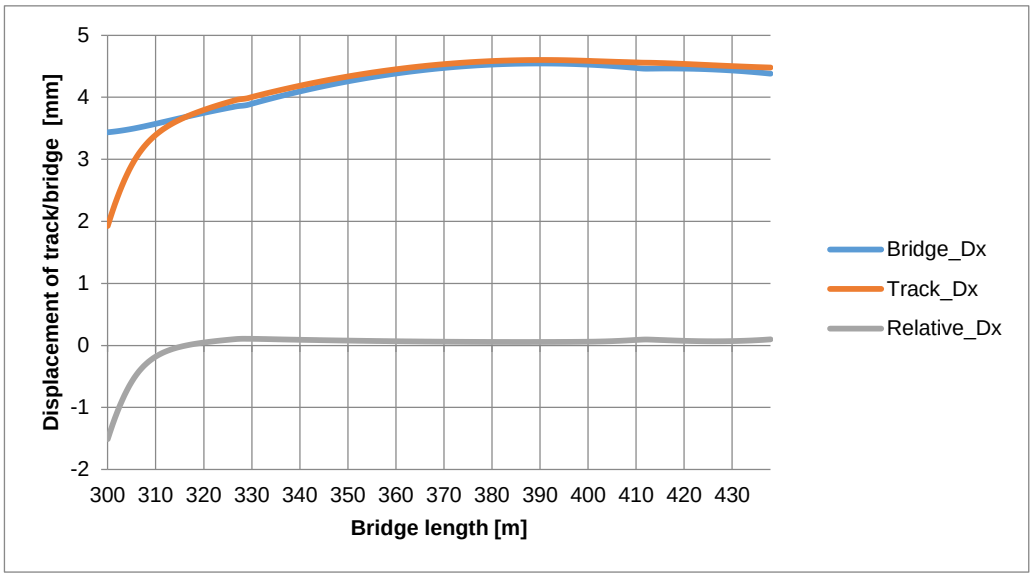
5) Absolute horizontal displacement of bridge superstructure due to acceleration/braking of the train



Maximum absolute horizontal displacement of bridge superstructure due to acceleration/braking of the train = **4,55 mm ≤ 5 mm**

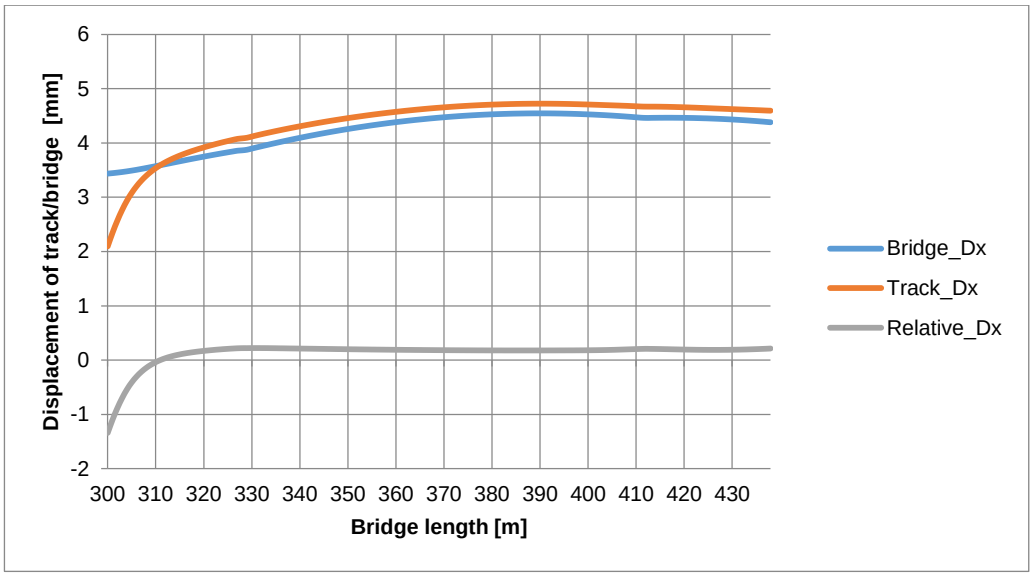
6) Relative horizontal displacement between rail and bridge superstructure due to acceleration/braking of the train

Left track (train acceleration)



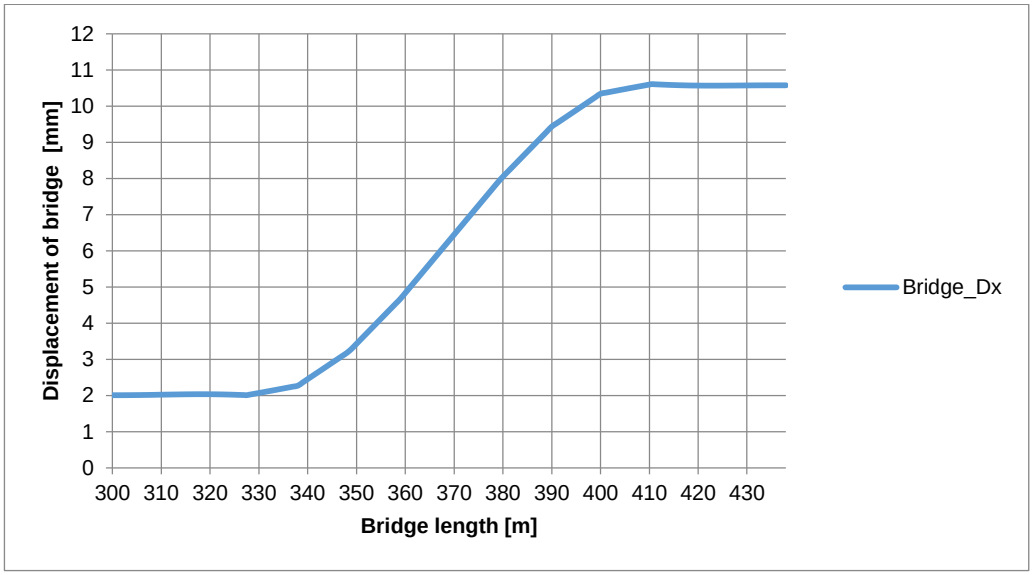
Maximum relative horizontal displacement between rail and bridge superstructure due to acceleration of the train **= 1,51 mm ≤ 4 mm**

Right track (train braking)



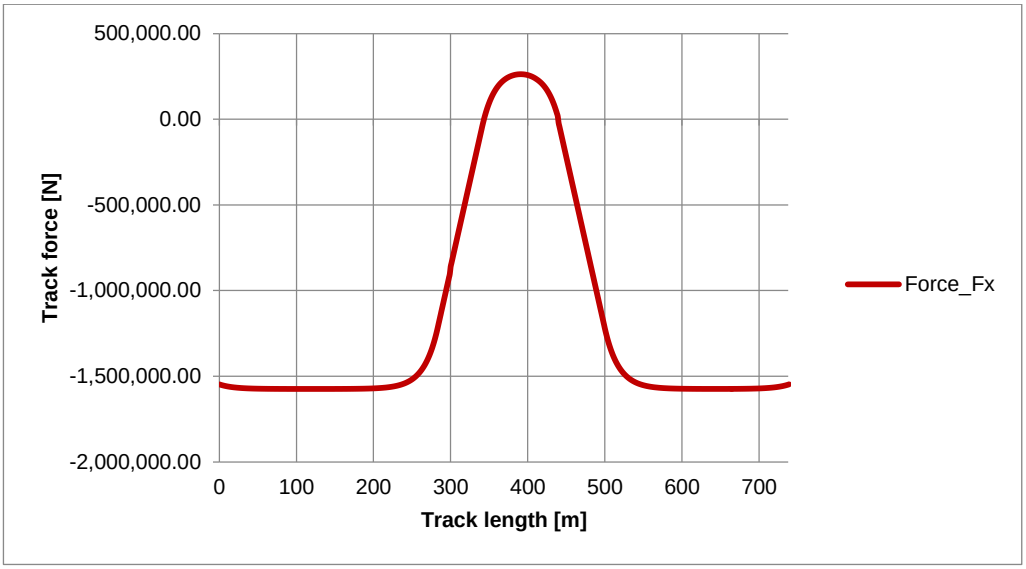
Maximum relative horizontal displacement between rail and bridge superstructure due to braking of the train = **1,34 mm ≤ 4 mm**

7) Longitudinal displacement of bridge superstructure due to rotating of bridge ends under the vertical train load



Maximum longitudinal displacement of bridge superstructure due to rotating of bridge ends under the vertical train load is **10.57 mm** at the end of the bridge where the installation of rail expansion devices in both tracks is planned and where in accordance with UIC 774-3 and SRPS EN 1991-2 an exceed of 8 mm is allowed. At the other end of the bridge where the rails are continuously welded, the maximum longitudinal displacement of bridge superstructure due to rotating of bridge ends under the vertical train load is **2.00 mm ≤ 8 mm.**

1.2.1.7 Track stability in the horizontal plane on the bridge in summer climatic conditions

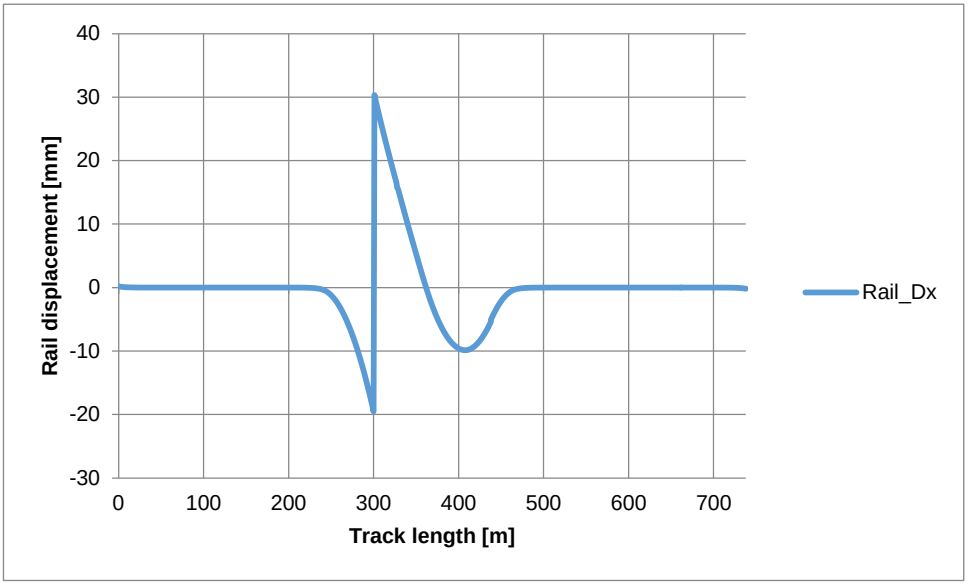


Maximum temperature pressure force in track on the bridge in summer climatic conditions relevant for the calculation of track stability in the horizontal plane = -1574310 N

The input parameters for the calculation of the track stability in the horizontal plane on the bridge in extreme summer climatic conditions are in accordance with Chapters 1.2.1.1, 1.2.1.2 and 1.2.1.3 as well as calculation results of the track/bridge interaction.

Checking the stability of the track in the horizontal plane was carried out for the maximum value of the pressure force in the track -1574310 N, which occurs in the transition zone from the embankment to the bridge due to the built-in rail expansion device in the track on the bridge.

1.2.1.8 Size of the rail gap on the bridge in winter climatic conditions

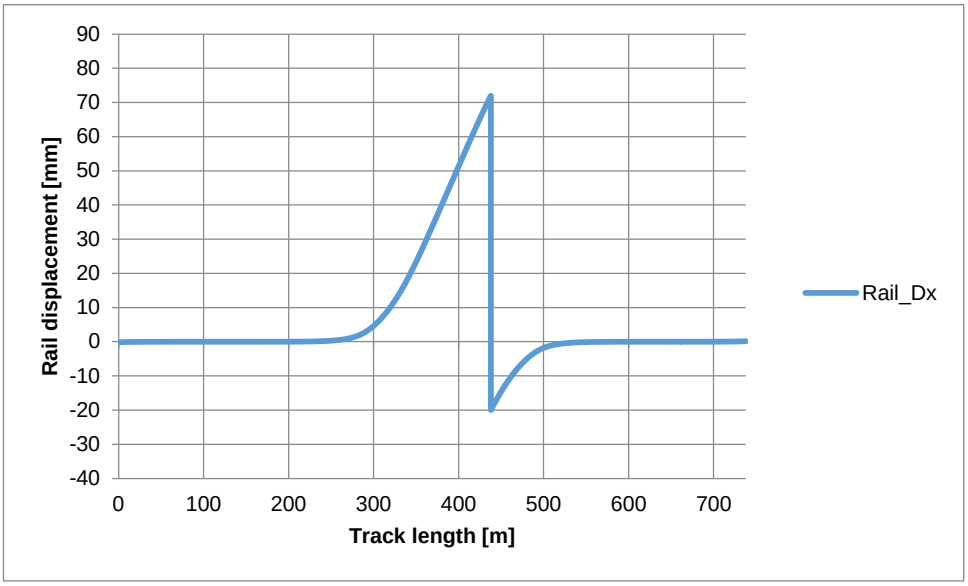


Maximum size of the gap due to cracking of the rail on the bridge in winter climatic conditions = **49,85 mm**

1.2.1.9 Capacity of the rail expansion device in the track on the bridge

The rail expansion device in the track is designed at km 0+865,33 in both tracks.

Summer climatic conditions



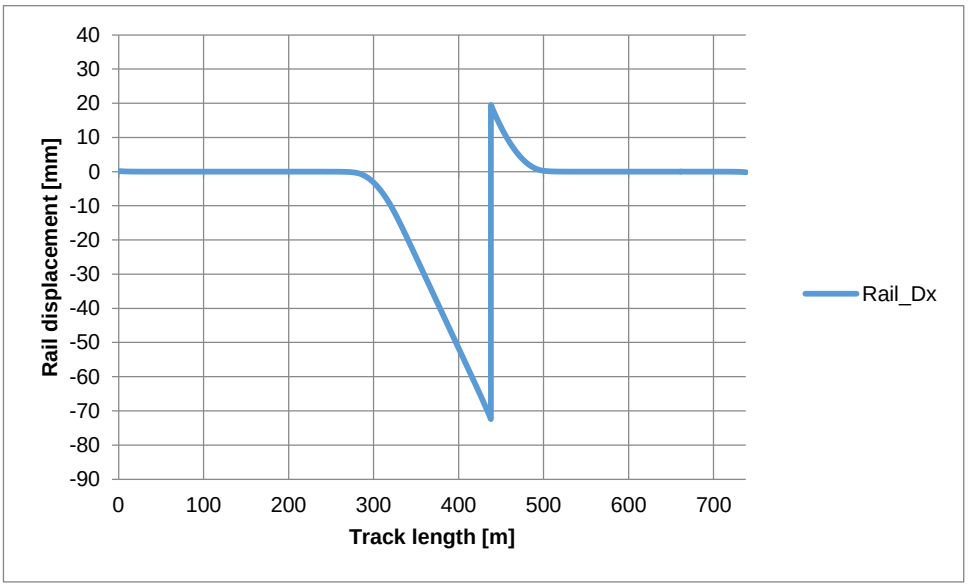
The maximum rail expansion on the bridge in summer climatic conditions **= +71,97 mm**

The maximum rail expansion on the bridge due to braking/acceleration **= +5,35 mm**

The maximum rail expansion on the bridge due to vertical train load **= +10,57 mm**

The total maximum rail expansion on the bridge = 1,5 x (+71,97 + 5,35 + 10,57) **= +131,84 mm**

Winter climatic conditions



The maximum rail contraction on the bridge in winter climatic conditions **= -72,40 mm**

The maximum rail contraction on the bridge due to braking/acceleration **= -4,59 mm**

The total maximum rail contraction on the bridge = 1,5 x (-72,40 - 4,95) **= -115,49 mm**

The installation of rail expansion devices in both tracks with a minimum capacity of **a = ±150 mm** at km 0+865.33 is required. (The capacity of the rail expansion device in the track is harmonized with the calculation of the bridge structure dilatation within the static calculation of the bridge.)

Calculated by:
Zoran Lukovic,dipl.gradj.inz.
licenca broj 310 3032 03

2/1.1.5.6.3 ПРЕДМЕР И ПРЕДРАЧУН

ПРОЈЕКАТ ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ
ПРУГА: НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)
КЊИГА 2/1.1.5: ПРОЈЕКАТ МОСТА на km 0+796.33

DESIGN FOR BUILDING PERMIT
RAILWAY LINE: NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (Kelebia)
BOOK 2/1.1.5: BRIDGE DESIGN at km 0+796.33

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity A	Јед. цена (дин) Unit rate (Din) B	Цена (дин) Price (Din) A x B
2/1.1.5.1	**ИЗВОЂЕЊЕ HW ШИПОВА**	**CONSTRUCTION OF HW PILES**				
2/1.1.5.1.1	Извођење HW бушених шипова од бетона класе C25/30, XC2, XA1, V-II. Цена радова обухвата бушење, набавку и у градњу бетона, сву потребну опрему и радну снагу. Обрачун се врши по m' готовог шипа. Позиција подразумева и тест шип. Набавка и уградња арматуре је обрачуната као посебна п озиција. Шипови пречника Ø120 cm	Construction of HW bored piles of concrete class C25/30, XC2, XA1, V-II. The price covers boring, supply of concrete and concreting, all neccesery equipment and workmanship. Accounting shall be made per m' of a pile. Item includes test pile. Supply and installation of peinforcement is accounted separately. Piles with diameter of Ø120 cm	m	928.00	50,000.00	46,400,000.00
2/1.1.5.1.2	Набавка и уградња арматуре класе B500B за HW шипове. Обрачун се врши по kg уграђене арматуре.	Supply and installation of reinforcement of class B500B for HW piles. Accounting shall be made per kg of installed reinforcement.	kg	103,100.00	120.00	12,372,000.00
2/1.1.5.1.3	Пробно оптерећење шипова на хоризонтално оптерећењ е. Извести у складу са одредбама Правилника за грађевинск е конструкције ("Сл. гласник РС", бр. 89/2019), на једном п ару сталних шипова до вредности радних-сервисних сила / померања.	Pile load testing for horizontal load. Shall be carried out in accordance with the Regulation for the structures ("Official Gazette of RS", No. 89/2019), on the couple of permanently installed piles for the values up to the working-service load / displacement.	паушално / lump sum			2,400,000.00
2/1.1.5.1.4	Пробно оптерећење шипова на вертикално оптерећење. Извести у складу са одредбама Правилника за грађевинск е конструкције ("Сл. гласник РС", бр. 89/2019), на шипу пос ебно припремљеном за пробно оптерећење.	Pile load testing for vertical load. Shall be carried out in accordance with the Regulation for the structures ("Official Gazette of RS", No. 89/2019), on the pile specially prepared for load testing.	паушално / lump sum			3,000,000.00
	УКУПНО ИЗВОЂЕЊЕ HW ШИПОВА:	**TOTAL FOR CONSTRUCTION OF HW PILES:**				**64,172,000.00**

ПРОЈЕКАТ ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ
ПРУГА: НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)
КЊИГА 2/1.1.5: ПРОЈЕКАТ МОСТА на km 0+796.33

DESIGN FOR BUILDING PERMIT
RAILWAY LINE: NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (Kelebia)
BOOK 2/1.1.5: BRIDGE DESIGN at km 0+796.33

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity A	Јед. цена (дин) Unit rate (Din) B	Цена (дин) (Din) Price A x B
2/1.1.5.2	**ЗЕМЉАНИ РАДОВИ**	**EARTHWORKS**				
2/1.1.5.2.1	Ископ за темеље у осама S1 и S4 у материјалу III категорије, са свом потебном подградом и транспортом ископаног материјала до 5 km. Обрачун се врши по m^3 ископаног материјала. Ископ дубине до 3 m.	Excavation for foundations in axis S1 and S4 in soil category III, with all necessary brackets and bracings and transport of excavated material up to distance of 5 km. Accounting shall be made per m^3 of excavated material. Excavation depth up to 3 m.	m^3	7,225.00	890.00	6,430,250.00
2/1.1.5.2.2	Ископ из загата за темеље у осама S2 и S3 у материјалу III категорије и транспорт ископаног материјала до удаљености од 5 km . Обрачун се врши по m^3 ископаног материјала.	Excavation from cofferdams for foundations in axis S2 and S3 in soil cat. III, and transport of excavated material up to distance of 5 km. Accounting shall be made per m^3 of excavated material.	m^3	2,305.00	2,000.00	4,610,000.00
2/1.1.5.2.3	Побијање Larsen талпи за формирање загата, подграђивање и разупирању загата. Цена обухвата набавку материјала, транспорт, сву неопходну опрему и радну снагу. Обрачунава се по m^2 изведене подграде.	Larssen sheet piling for construction of cofferdams and instalation of brackets and bracings. The price covers supply of material, transportation, all neccesery equipment and workmanship. Accounting shall be made per m^2 of constructed cofferdam sheet piling.	m^2	1,060.00	20,000.00	21,200,000.00
2/1.1.5.2.4	Затрпавање темеља опорача и стубова, из ископа или позајмишта, у слојевима по 30 cm, земљаним материјалом, са набијањем слојева до модула стишљивости Ms=30 MPa. Обрачун се врши по m^3 набијеног материјала.	Backfill of abutment and pier foundations using earth from excavation or borrow pit, in 30 cm layers, compacted to modulus of compresibility of Ms=30 MPa. Accounting shall be made per m^3 of compacted material.	m^3	2,340.00	1,800.00	4,212,000.00
2/1.1.5.2.5	Израда цементне стабилизације иза опорача према ZTVE-StB sa 2.5 do 3.0 % цемента, ширине у круни минимум 1.5 m (на 1.0 m испод врха парапера) и нагибом 1:1 или блажим према темељном тлу, са степеном збијености D_{pr} ≥ 0.98 према SRPS EN 13286-2:2012. Цена радова обухвата набавку и транспорт материјала, уградњу и збијање, сву неопходну опрему и радну снагу. Обрачун по m^3 уграђеног и збијеног материјала.	Construction of cement stabilzation behind the abutments according to ZTVE-StB with 2.5 to 3.0 % of cement, width in the top min. 1.5 m and slope to foundation soil of 1:1 or less steep, with compactation factor Dpr ≥ 0.98 according to SRPS EN 13286-2:2012. The price covers supply and transport of material, construction and compactation, all neccesery equipment and workmanship. Accounting shall be made per m^3 of compacted material.	m^3	1,100.00	4,500.00	4,950,000.00

ПРОЈЕКАТ ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ
ПРУГА: НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)
КЊИГА 2/1.1.5: ПРОЈЕКАТ МОСТА на km 0+796.33

DESIGN FOR BUILDING PERMIT
RAILWAY LINE: NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (Kelebia)
BOOK 2/1.1.5: BRIDGE DESIGN at km 0+796.33

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity A	Јед. цена (дин) Unit rate (Din) B	Цена (дин) Price (Din) A x B
2/1.1.5.2.6	Израда прелазног слоја иза цементне стабилизације, ширине у круни минимум 10.0 m и нагибом 1:2 или блажим према темељном тлу, са степеном збијености D_{pr} ≥ 1.0 према SRPS EN 13286-2:2012. Уграђени материјал мора бити према DIN 18196 са модулом деформације у дну E_{v2} ≥ 45 MN/m^2 и врху E_{v2} ≥ 80 MN/m^2. Цена радова обухвата набавку и транспорт материјала, уградњу и збијање, сву неопходну опрему и радну снагу. Обрачун по m^3 уграђеног и збијеног материјала.	Construction of transition layer behind cement stabilzation, width in the top min. 10.0 m and slope to foundation soil of 1:2 or less steep, with compactation factor Dpr ≥ 1.0 according to SRPS EN 13286-2:2012. Material for construction shall be according to DIN 18196 with deformation modulus in the bottom E_{v2} ≥ 45 MN/m2 and in the top E_{v2} ≥ 80 MN/m^2. The price covers supply and transport of material, construction and compactation, all neccesery equipment and workmanship. Accounting shall be made per m^3 of compacted material.	m^3	3,580.00	4,100.00	14,678,000.00
2/1.1.5.2.7	Израда прелазне плоче са хидрауличном стабилизацијом иза опорача, ширине минимум 3.0 m и дебљине минимум 0.3 m. Цена радова обухвата набавку и транспорт материјала, уградњу и збијање, сву неопходну опрему и радну снагу. Обрачун по m^3 уграђеног и збијеног материјала.	Construction of transition slab with hydraulic stabilization behind the abutments, width min. 3.0 m and thickness min. 0.3 m. The price covers supply and transport of material, construction and compactation, all neccesery equipment and workmanship. Accounting shall be made per m^3 of compacted material.	m^3	45.00	10,800.00	486,000.00
2/1.1.5.2.8	Израда кегли материјалом добијеним из усека или позајмишта са механичким набијањем у слојевима од по 30 cm. Цена радова обухвата набавку и транспорт материјала, уградњу и збијање, сву неопходну опрему и радну снагу. Обрачун по m^3 уграђеног и збијеног материјала.	Construction of abutment cones with material recovered from cuttings or borrow pits, mechanically compacted in 30 cm layers. The price covers supply and transport of material, construction and compactation, all neccesery equipment and workmanship. Accounting shall be made per m^3 of compacted material.	m^3	1,310.00	3,700.00	4,847,000.00
	УКУПНО ЗЕМЉАНИ РАДОВИ:	**TOTAL EARTH WORKS:**				**61,413,250.00**

ПРОЈЕКАТ ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ
ПРУГА: НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)
КЊИГА 2/1.1.5: ПРОЈЕКАТ МОСТА на km 0+796.33

DESIGN FOR BUILDING PERMIT
RAILWAY LINE: NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (Kelebia)
BOOK 2/1.1.5: BRIDGE DESIGN at km 0+796.33

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity A	Јед. цена (дин) Unit rate (Din) B	Цена (дин) Price (Din) A x B
2/1.1.5.3	**БЕТОНСКИ И АРМИРАНОБЕТОНСКИ РАДОВИ**	**PLAIN AND REINFORCED CONCRETE**				
	Све позиције обухватају поред описа појединачних ставки и следеће заједничке услове: - Бетонски радови ће бити изведени у свему по пројекту, статичком прорачуну и важећим правилницима. Цене садрже све радне операције, набавку и утрошке материјала, помоћни алат, оплате и скеле. - Бетон ће бити справљен, транспортован, уграђен, негован и испитиван на пробним узорцима по одредбама које прописује важећи Правилник за грађевинске конструкције ("Сл. гласник РС", бр. 89/2019) - Бетон ће бити справљен од агрегата и цемента атестираних по важећим српским стандардима - Бетон класе V.II мора имати све класе отпорности дефинисане појединачним позицијама. - Мешање бетона мора се вршити машинским путем, а набијање вибрирањем - Арматура се обрачунава и плаћа посебно - Каблови се обрачунавају и плаћају посебно - У цену бетона је урачуната оплата и скела - Плаћа се за потпуно готов посао по m³ уграђеног бетона, ако није другачије дефинисано у појединим позицијама.					
	Неармирани бетон	**Plain concrete**				
2/1.1.5.3.1	Мршави бетон - изравнавајући слој, дебљине 10 cm, C12/15 or C16/20, X0, испод темеља и наглавних греда у осама S1 и S4	Cast lean concrete C12/15 or C16/20, X0 for 10 cm thick blinding layers under foundations and pile caps in axis S1 and S4	m^3	30.00	12,000.00	360,000.00
2/1.1.5.3.2	Бетон за формирање чепа на дну загата, C16/20, X0	Concrete for construction of cofferdam plug C16/20, X0	m^3	258.00	12,000.00	3,096,000.00
	Армирано бетонске темељне конструкције	**Reinforced concrete foundations**				
2/1.1.5.3.3	Темељи и наглавне греде од бетона класе C25/30, XC2, XA1, V-II	Foundations and pile caps of concrete class C25/30, XC2, XA1, V-II	m^3	1,410.00	21,600.00	30,456,000.00
	Стубови као ослонци распонских конструкција разних система и лежишне греде	**Supporting piers under spanning construction of various systems and bearing beams**				
2/1.1.5.3.4	Тело крајњих стубова од бетона класе C30/37, XC4, XD3, XA1, V-III, MS-S2	Cast bodies of abutments of concrete class C30/37, XC4, XD3, XA1, V-III, MS-S2	m^3	525.00	27,600.00	14,490,000.00
2/1.1.5.3.5	Крила и крилни зидови опораца од бетона класе C30/37, XC4, XD3, XA1, V-III, MS-S2	Cast wings and wing walls of abutments of concrete class C30/37, XC4, XD3, XA1, V-III, MS-S2	m^3	65.00	27,600.00	1,794,000.00
2/1.1.5.3.6	Тело средњих стубова од бетона класе C30/37, XC4, XD3, XA1, XF2, V-III, MS-S2	Cast bodies of middle piers of concrete class C30/37, XC4, XD3, XA1, XF2, V-III, MS-S2	m^3	484.00	27,600.00	13,358,400.00
	Распонска конструкција моста од армираног бетона	**Bridge constructions in spans of reinforced concrete**				
2/1.1.5.3.7	Коловозна плоча од бетона класе C35/45, XC3, XD1, XF1, V-II	Bridge deck of concrete class C35/45, XC3, XD1, XF1, V-II	m^3	490.00	30,600.00	14,994,000.00
2/1.1.5.3.8	Квадери од бетона класе C35/45, XC3, XD1, XF1, V-II	Bearing pedestals of concrete class C35/45, XC3, XD1, XF1, V-II	m^3	7.00	30,600.00	214,200.00
	УКУПНО БЕТОНСКИ РАДОВИ:	**TOTAL FOR CONCRETING:**				**78,762,600.00**

ПРОЈЕКАТ ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ
ПРУГА: НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)
КЊИГА 2/1.1.5: ПРОЈЕКАТ МОСТА на km 0+796.33

DESIGN FOR BUILDING PERMIT
RAILWAY LINE: NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (Kelebia)
BOOK 2/1.1.5: BRIDGE DESIGN at km 0+796.33

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity A	Јед. цена (дин) Unit rate (Din) B	Цена (дин) Price (Din) A x B
2/1.1.5.4	**РАДОВИ ОД МЕТАЛА**	**METALWORK**				
	Све позиције обухватају описе појединачних ставки и следеће заједничке услове: - Армирачки радови ће бити изведени у свему по пројекту, статичком прорачуну и важећим правилницима. Цене садрже све радне операције, утрошке материјала, помоћни алат и скеле . - Арматуру очистити од рђе и прљавштине, исправити, исећи, савити и уградити по детаљима (арамтурним нацртима) и статичком прорачуну. - За квалитет уграђене арматуре одговара извођач радова. - Јединична цена садржи и постављање подметача од челика,пластике или бетона за постизање предвиђених заштитних слојева и правилног положаја арматуре у конструкцији. Сва подеона арматура и узенгије ће бити чврсто везани за главну арматуру тако да не може доћи до промене положаја арматуре за време бетонирања конструкције. - Стварно уграђена количина арматуре обрачунава се по kg без обзира на сложеност и пречнике шипки арматуре. - Обрачун количина извршити према табличним тежинама арматуре и дужинама из арматурних нацрта.	All items include its own descriptions and the following common conditions: - Reinforcement shall be done in strict accordance with the design, structural analysis and the relevant regulations. The prices shall cover all operations, consumed materials, tools and scaffolds. - Rebars shall be cleaned from rust and dirt, straightened, cut, bent and positioned as detailed in reinforcement plans and structural analysis. - The Contractor shall be responsible for the quality of installed rebars. - The unit price shall also cover steel, plastic or concrete pads for ensuring proper covers and positions of bars. Lateral rebars and stirrups shall be firmly fixed to main rebars to prevent change of positions during concreting. - The actual quantity of rebars of all classes shall be measured per kg regardless of their complexity and diameters. - Measurement will be done according to tabulated weights of bars and lengths indicated in reinforcement plans.				
2/1.1.6.5.1	Набавка, чишћење, сечење, машинско савијање и монтажа арматуре према пропису, пројекту и статичким детаљима. Плаћа се по kg уграђене арматуре.	Purchase, wire brush, cut, bend mechanically and position bars according to the regulation, the design and the static detailed drawings. Payment per kg of positioned bars.				
	Ребраста арматура B 500B	Ribbed reinforcement B 500B	kg	450,000.00	120.00	54,000,000.00
						54,000,000.00
	УКУПНО АРМИРАЧКИ РАДОВИ:	**TOTAL METALWORK:**				

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity A	Јед. цена (дин) Unit rate (Din) B	Цена (дин) Price (Din) A x B
2/1.1.5.5	**КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК**	**STRUCTURAL STEEL**				
	Елементи имају своје појединачне описе као и следеће оп ште услове: - Израда конструкцијског челика мора бити обављена у ск ладу са пројектом, статичким прорачуном и релевантним прописима. Цена ће покрити све активности, утрошене ма теријале, алате и скеле. - Са челичних профила и лимова се мора очистити рђа и прљавштина и морају бити исечењио, савијени и позицион ирани као што је предвиђено у цртежима израде челичних елемената и статичком прорачуну. - Извођач сноси одговорност за квалитет челичних профи ла и лимова. - Конструкцијски челик мора бити атестиран на узорцима к оји су наведени у одговарајућим техничким прописима за челичне профиле и лимове. - Цена по елементу ће такође покрити и додатне, помоћне елементе (укруте и шарке) који се користе при изради конс трукције, конструкцијске спојеве (заварене и зашрафљен е), клинове са главом и проверу заварених спојева. - Одступања изведених радова морају бити проверена у с кладу са кодексом норматива и стандарда у грађевинарст ву	The items include its own descriptions and the following common conditions: - Structural steel construction shall be done in strict accordance with the design, structural analysis and the relevant regulations. The prices shall cover all operations, consumed materials, tools and scaffolds. - Steel sections and plates shall be cleaned from rust and dirt, cut, bent and positioned as detailed in steel fabrication drawings and structural analysis. - The Contractor shall be responsible for the quality of steel sections and plates. - Structural steel shall be tested on samples specified in the applicable Technical Code for steel sections and plates. - The unit price shall also cover auxiliary members (stiffeners and hinges) for the execution of the structure, structural joints (welded and bolted), headed studs and inspection of welded joints. - Tolerances of executed works shall be checked according to the Codes of practice and standards in civil engineering.				
2/1.1.5.5.1	Челична мостовска конструкција: - Главни носачи - Попречни носачи - Спрегови - Укрућења и спојна средтва Класа израде конструкције: EXC4-SRPS EN 1090-2 Заштита од корозије: Припрема површина пескарењем до SA 2.5 (ISO 8501) Спољне површине: систем боја за категорију корозивност и C5-I, Унутрашње површине: систем боја за категорију корозивн ости C3, према SRPS ISO 12944 Материјал челичне конструкције: t≤20 mm; S355J2+N+Z15 20<t≤35 mm; S355J2+N+Z25 35<t; S355K2+N+Z25 Позиција подразумева: Набавку материјала, израду, транс порт, монтажу и заштиту од корозије челичне мостовске к онструкције у свему према детаљима из пројекта и важећ им стандардима. Позиција подразумева и сва неопходна испитивања за класу израде EXC4.	Bridge steel structure: - Main girders - Cross beams - Bracing - Stiffeners and fasteners Execution class: EXC4-SRPS EN 1090-2 Corrosion protection: Surface preparation: Sandblasting SA 2.5 (ISO 8501) Outer surfaces: Paint system for corrosion class C5-I, Inner surfaces: Paint system for corrosion class C3, according to SRPS ISO 12944 Material: t≤20 mm; S355J2+N+Z15 20<t≤35 mm; S355J2+N+Z25 35<t; S355K2+N+Z25 The item include: Purchase, fabrication, transport, erection and corrosion protection of steel bridge structure acc to design and valid standards. Item also includes all necessarry tests for execution class EXC4.	kg	1,100,000.00	360.00	396,000,000.00

ПРОЈЕКАТ ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ
ПРУГА: НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)
КЊИГА 2/1.1.5: ПРОЈЕКАТ МОСТА на km 0+796.33

DESIGN FOR BUILDING PERMIT
RAILWAY LINE: NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (Kelebia)
BOOK 2/1.1.5: BRIDGE DESIGN at km 0+796.33

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity A	Јед. цена (дин) Unit rate (Din) B	Цена (дин) Price (Din) A x B
2/1.1.5.5.2	Можданици за везу челичне конструкције и бетонске колозне плоче. Позиција подразумева набавку и уградњу. Тип можданика: ISO 13918:2007–SD1–22x200-B Заваривање према: EN ISO 14555:2008	Studs - shear connectors for connection between steel structure and concrete deck. Item includs purchase and installation. Type of studs: ISO 13918:2007–SD1–22x200-B Welding according to: EN ISO 14555:2008	ком. / pcs.	15,000.00	260.00	3,900,000.00
2/1.1.5.5.3	Конструкција ревизионих стаза Класа израде конструкције: EXC4-SRPS EN 1090-2 Заштита од корозије: Припрема површина пескарењем до SA 2.5 (ISO 8501) Спољне површине: систем боја за категорију корозивност и C5-I према SRPS ISO 12944 Материјал челичне конструкције: S235JR Позиција подразумева: Набавку материјала, израду, транспорт, монтажу и заштиту од корозије челичне мостовске конструкције у свему према детаљима из пројекта и важећим стандардима. Позиција подразумева и сва неопходна испитивања за класу израде EXC4.	Revision paths steel structure Execution class: EXC4-SRPS EN 1090-2 Corrosion protection: Surface preporation: Sandblasting SA 2.5 (ISO 8501) Outer surfaces: Paint system for corrosion class C5-I according to SRPS ISO 12944 Material: S235JR The item include: Purchase, fabrication, transport, erection and corrosion protection of steel bridge structure acc to design and valid standards. Item also includes all necessarry tests for execution class EXC4.	kg	30,000.00	290.00	8,700,000.00
2/1.1.5.5.4	Решеткаста газишта на ревизионим стазама Топло цинкована решеткаста газишта од пуних лимова типа гитеррост. Газишта морају бити у челичним оквирима од L30x30x3 профила. Минимална дебљина газишта: 30 mm Максимална величина окца: 30x30 mm Материјал: S235JR Позиција подразумева: Набавку материјала, израду, транспорт, монтажу и заштиту челичне конструкције од корозије	Latice treads on revision pats Hot deep galvanized lattice treads made of full plates giterrost type. Treads should be in frames of L30x30x3 profiles Mini tread thickness:30 mm Max opening: 30x30 mm Material: S235JR The item include: Purchase, fabrication, transport, erection and corrosion protection of steel structure	m^2	225.00	21,000.00	4,725,000.00
	УКУПНО КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК:	**TOTAL STRUCTURAL STEEL:**				**413,325,000.00**

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity A	Јед. цена (дин) Unit rate (Din) B	Цена (дин) Price (Din) A x B
2/1.1.5.6	**ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ**	**WATERPROOFING**				
	- Сви изолатерски радови морају бити изведени педантно и тачно према захтевима из пројекта, предрачуна радова и детаљима. - Употребљени материјали морају одговарати важећим стандардима и прописима, снабдевени атестима овлашћене установе, проверени у употреби, трајни колико и објекат или пројектовани тако да је њихова замена могућа. - Све грешке на конструкцији морају се на одговарајући начин отклонити или санирати пре почетка наношења изолационог материјала. - У јединичну цену је урачуната набавка свог потребног материјала, алата, транспорт и израда. - Плаћа се за потпуно готов посао по m^2 урађене изолације и/или заштите.					
2/1.1.5.6.1	Израда хидроизолације од једног хладног премаза битулитом и једног премаза врућим битуменом бетонских површина које су у контакту са земљом.	Apply waterproofing of one cold coat of bitumen emulsion and one hot bitumen coat onto concrete surfaces in contact with ground.	m^2	1,400.00	1,200.00	1,680,000.00
2/1.1.5.6.2	Израда заштите бетонских површина заштитним хидрофобним премазом за бетон, на бази пенетрата. Површине морају бити претходно очишћене и суве. Премазивање подразумева заштиту и импрегнацију свих видљивих бетонских површина моста које су у додиру са атмосферским утицајима.	Protect concrete surfaces with protective hydrophobic penetrat-based coats. Surfaces shall be clean and dry prior to application. This means that all visible concrete surfaces on the bridge exposed to atmosphere shall be coated for the purpose of protection and impregnation.	m^2	2,100.00	2,000.00	4,200,000.00
2/1.1.5.6.3	Израда хидроизолације горње плоче на бази метил метакрилата, прскањем под притиском. Радови по овој позицији се изводе у складу са техничким условима и нормативима за ову врсту послова као и по технологији произвођача. У цену су урачунати набавка материјала, транспорт и уграђња.	Spray under pressure methyl metacrylate-based waterproofing layer under ballast bed. Work shall be done according to relevant technical conditions and standards and the manufacturer's technology. The price shall cover procurement, transport and placing of materials.	m^2	1,570.00	4,150.00	6,515,500.00
	УКУПНО ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ:	**TOTAL WATERPROOFING:**				**12,395,500.00**

ПРОЈЕКАТ ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ
ПРУГА: НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)
КЊИГА 2/1.1.5: ПРОЈЕКАТ МОСТА на km 0+796.33

DESIGN FOR BUILDING PERMIT
RAILWAY LINE: NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (Kelebia)
BOOK 2/1.1.5: BRIDGE DESIGN at km 0+796.33

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity A	Јед. цена (дин) Unit rate (Din) B	Цена (дин) Price (Din) A x B
2/1.1.5.7	**ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ**	**BEARINGS AND EXPANSION JOINTS**				
2/1.1.5.7.1	Израда и постављање армирано еластомерних лежишта. Плаћа се по комаду постављеног лежишта. Приказане вр едности су сервисне. X - подужни правац Y - попречни правац Z - вертикални правац Сва лежишта морају одговарати SRPS EN 1337	Cast and position reinforced elastomer bearings. Payment per each bearing in place. Service loads are presented. X - longitudinal direction Y - lateral direction Z - vertical direction All bearings shall comply to SRPS EN 1337				
	Лежиште 1.1, Стуб С1 подужно покретно лежиште Сервисне силе: Vs=2000kN Hs=350kN Hseismic=1650kN Капацитет померања: X правац: ±50mm	**Bearing 1.1, Abutment S1** Moovable in longitudinal direction Service forces: Vs=2000kN Hs=350kN Hseismic=1650N Displacement capacity: X direction: ±50mm	ком. / pcs.	1.00	250,000.00	250,000.00
	Лежишта 1.2, 1.3 Стуб С1 покретна у свим правцима Сервисне силе: Vs=1000kN Капацитет померања: X правац: ±30mm Y правац: ±30mm	**Bearings 1.2,1.3, Abutment S1** Bearings moovable in all directions Service forces: Vs=1000kN Displacement capacity: X direction: ±30mm Y direction: ±30mm	ком. / pcs.	2.00	140,000.00	280,000.00
	Лежиште 1.4, Стуб С1 лежиште покретно у свим правцима Сервисне силе: Vs=2000kN Капацитет померања: X правац: ±30mm Y правац: ±30mm	**Bearing 1.4, Abutment S1** bearing moovable in all dirrections Service forces: Vs=2000kN Displacement capacity: X direction: ±30mm Y direction: ±30mm	ком. / pcs.	1.00	250,000.00	250,000.00
	Лежиште 2.1, Стуб С2 непокретно лежиште Сервисне силе: Vs=15000kN Hs=1500kN Hseismic=3700kN	**Bearing 2.1, Pier S2** fixed bearing Service forces: Vs=15000kN Hs=1500kN Hseismic=3700kN	ком. / pcs.	1.00	350,000.00	350,000.00
	Лежиште 2.2, Стуб С2 лежиште покретно у попречном (Y) правцу Сервисне силе: Vs=15000kN Hs=500kN Hseismic=3000kN Капацитет померања: Y правац: ±30mm	**Bearing 2.2, Pier S2** bearing moovable in Y dirrection Service forces: Vs=15000kN Hs=500kN Hseismic=3000kN Displacement capacity: Y direction: ±30mm	ком. / pcs.	1.00	400,000.00	400,000.00

ПРОЈЕКАТ ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ
ПРУГА: НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)
КЊИГА 2/1.1.5: ПРОЈЕКАТ МОСТА на km 0+796.33

DESIGN FOR BUILDING PERMIT
RAILWAY LINE: NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (Kelebia)
BOOK 2/1.1.5: BRIDGE DESIGN at km 0+796.33

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity A	Јед. цена (дин) Unit rate (Din) B	Цена (дин) Price (Din) A x B
	Лежиште 3.1, Стуб С3 подужно покретно ležište Сервисне силе: Vs=15000kN Hs=1500kN Hseismic=3000kN Капацитет померања: X правац: ±100mm	**Bearing 3.1, Pier S3** Moovable in longitudinal direction Service forces: Vs=15000kN Hs=1500kN Hseismic=3000kN Displacement capacity: X direction: ±100mm	ком. / pcs.	1.00	400,000.00	400,000.00
	Лежиште 3.2, Стуб С3 лежиште покретно у попречном свим правцима Сервисне силе: Vs=15000kN Капацитет померања: X правац: ±100mm Y правац: ±30mm	**Bearing 3.2, Abutment S3** bearing moovable in all directions Service forces: Vs=15000kN Displacement capacity: X direction: ±100mm Y direction: ±30mm	ком. / pcs.	1.00	400,000.00	400,000.00
	Лежиште 4.1, Стуб С4 podužno pokretno ležište Сервисне силе: Vs=2000kN Hs=350kN Hseismic=1650kN Капацитет померања: X правац: ±150mm	**Bearing 4.1, Abutment S4** Moovable in longitudinal direction Service forces: Vs=2000kN Hs=350kN Hseismic=1650kN Displacement capacity: X direction: ±150mm	ком. / pcs.	1.00	270,000.00	270,000.00
	Лежишта 4.2,4.3, Стуб С4 лежишта покретна у свим правцима Servisne sile: Vs=1000kN Капацитет померања: X правац: ±150mm Y правац: ±30mm	**Bearings 4.2,4.3, Abutment S2** Bearings moovable in all directions Service forces: Vs=1000kN Displacement capacity: X direction: ±150mm Y direction: ±30mm	ком. / pcs.	2.00	160,000.00	320,000.00
	Лежиште 4.4, Стуб С4 лежиште покретно у свим правцима Сервисне силе: Vs=2000kN Капацитет померања: X правац: ±100mm Y правац: ±30mm	**Bearing 4.4, Abutment S4** bearing moovable in all dirrections Service forces: Vs=2000kN Displacement capacity: X direction: ±100mm Y direction: ±30mm	ком. / pcs.	1.00	270,000.00	270,000.00
2/1.1.5.7.2	Набавка и уградња водонепропусне елеастомерне дилата ционе спојнице	Supply and installation of waterproofing elastomeric expansion joint				
	дилатациона спојница капацитета минимум ±50 mm на оп орцу S1	expansion join with capacity of minimum ±50 mm at the abutment S1	m	11.00	140,000.00	1,540,000.00
	дилатациона спојница капацитета минимум ±150 mm на о порцу S4	expansion join with capacity of minimum ±150 mm at the abutment S4	m	11.00	180,000.00	1,980,000.00
	УКУПНО ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ:	**TOTAL BEARINGS AND EXPANSION JOINTS:**				**6,710,000.00**

ПРОЈЕКАТ ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ
ПРУГА: НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)
КЊИГА 2/1.1.5: ПРОЈЕКАТ МОСТА на km 0+796.33

DESIGN FOR BUILDING PERMIT
RAILWAY LINE: NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (Kelebia)
BOOK 2/1.1.5: BRIDGE DESIGN at km 0+796.33

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity A	Јед. цена (дин) Unit rate (Din) B	Цена (дин) (Din) Price A x B
2/1.1.5.8	**ОСТАЛИ РАДОВИ**	**MISCELLANEOUS**				
	За све позиције наведених радова важи: * у цену је урачуната набавка свог потребног материјала, алата, механизације, транспорт, израда и монтажа према пројекту, а за комплетно завршен посао					
2/1.1.5.8.1	Црпљење воде током израде наглавних греда и стубова у осама S2 и S3 Обрачун по h пумпања воде	Water pumping during the construction of pile caps and piers at axes S2 and S3 Accounting per hour of pumping	h	1,500.00	1,200.00	1,800,000.00
2/1.1.5.8.2	Постављање еластичног тепиха (простирке) за заштиту од буке и пригушење вибрација, између засторне призме и бетонске конструкције. У цену урачуната набавка, транспорт и уградња. Плаћа се по m^2 постављене еластичне простирке.	An elastic mat for noise protection and vibration damping shall be placed between the ballast prism and concrete structure. The price includes the procurement, transport and installation. Payment per m^2 of installed elastic mat.	m^2	1,314.00	6,000.00	7,884,000.00
2/1.1.5.8.3	Набавка и монтажа шок трансмитера за стуб С1 капацитета силе 3000kN и померања ±50mm. Дата је сервисна сила.	Supply and installation of shock transmiters for abutment S1 with force capacity of 3000kN and displacement capacity of ± 50mm. Service load is given.	ком. / pcs.	2.00	3,500,000.00	7,000,000.00
2/1.1.5.8.4	Набавка и монтажа шок трансмитера за стуб С3 капацитета силе 1000 kN и померања ±100mm Дата је сервисна сила.	Supply and installation of shock transmiters for abutment S3 with force capacity of 1000 kN and displacement capacity of ± 50mm. Service load is given.	ком. / pcs.	2.00	1,750,000.00	3,500,000.00
2/1.1.5.8.5	Набавка и монтажа шок трансмитера за стуб С3 капацитета силе 3500kN и померања ±150mm. Дата је сервисна сила.	Supply and installation of shock transmiters for abutment S3 with force capacity of 3500 kN and displacement capacity of ± 150mm. Service load is given.	ком. / pcs.	2.00	3,850,000.00	7,700,000.00
2/1.1.5.8.6	Набавка и монтажа дренажних цеви у склопу насипа иза обалних стубова и њихово извођење до одводних канала	Supply and installation of drainage pipes in the bottom of backfill and their guide out to dewatering channels	m	120.00	1,800.00	216,000.00
2/1.1.5.8.7	Израда и постављање ограде од челика S 235 JR са израдом и постављањем заштитне мреже у висини од 2.0 m. У цену је урачуната набавка материјала, израда, транспорт, монтажа, антикорозиона заштита са два основна и два завршна премаза покривном бојом, а у свему према пројекту. Плаћа се по kg постављене ограде.	Construction and installation of railings of S 235 JR steel grade with construction and installation of protective fence in heght of 2.0 m. The price includes purchase of material, assembly transport, erection, anticorrosive protection of two primers and two top coats of paint, fully as designed. Payment per kg of railing/fence.				
2/1.1.5.8.8	- цевне или од профила	- tubular railing or sections	kg	13,200.00	250.00	3,300,000.00
2/1.1.5.8.9	Испитивање готовог моста.	Bridge load testing			паушално / lump sum	4,800,000.00
2/1.1.5.8.10	Фотографско снимање у току изградње моста.	Make photo records during the construction			паушално / lump sum	150,000.00
2/1.1.5.8.11	Израда и уграђивање плоче са годином изградње моста.	Prepare and fix a plate inscribed with the year of bridge construction.			паушално / lump sum	15,000.00
.						
	УКУПНО ОСТАЛИ РАДОВИ:	**TOTAL MISCELLANEOUS:**				**36,365,000.00**

ПРОЈЕКАТ ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ
ПРУГА: НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)
КЊИГА 2/1.1.5: ПРОЈЕКАТ МОСТА на km 0+796.33

DESIGN FOR BUILDING PERMIT
RAILWAY LINE: NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (Kelebia)
BOOK 2/1.1.5: BRIDGE DESIGN at km 0+796.33

Бр. поз. No.	Опис радова	Description	Јед. мере Unit	Количина Quantity	Јед. цена (дин) Unit rate (Din)	Цена (дин) Price (Din)
				A	B	A x B

ЗБИРНА РЕКАПИТУЛАЦИЈА — GRAND SUMMARY

2/1.1.5.1	**ИЗВОЂЕЊЕ HW ШИПОВА**	**CONSTRUCTION OF HW PILES**	**64,172,000.00**
2/1.1.5.2	**ЗЕМЉАНИ РАДОВИ**	**EARTHWORKS**	**61,413,250.00**
2/1.1.5.3	**БЕТОНСКИ И АРМИРАНОБЕТОНСКИ РАДОВИ**	**PLAIN AND REINFORCED CONCRETE**	**78,762,600.00**
2/1.1.5.4	**РАДОВИ ОД МЕТАЛА**	**METALWORK**	**54,000,000.00**
2/1.1.6.5	**КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК**	**STRUCTURAL STEEL**	**413,325,000.00**
2/1.1.5.6	**ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ**	**WATERPROOFING**	**12,395,500.00**
2/1.1.5.7	**ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ**	**BEARINGS AND EXPANSION JOINTS**	**6,710,000.00**
2/1.1.5.8	**ОСТАЛИ РАДОВИ**	**MISCELLANEOUS**	**36,365,000.00**

УКУПНО (дин): **GRAND TOTAL (Din):** **727,143,350.00**

Београд, мај 2021. Belgrade, May 2021

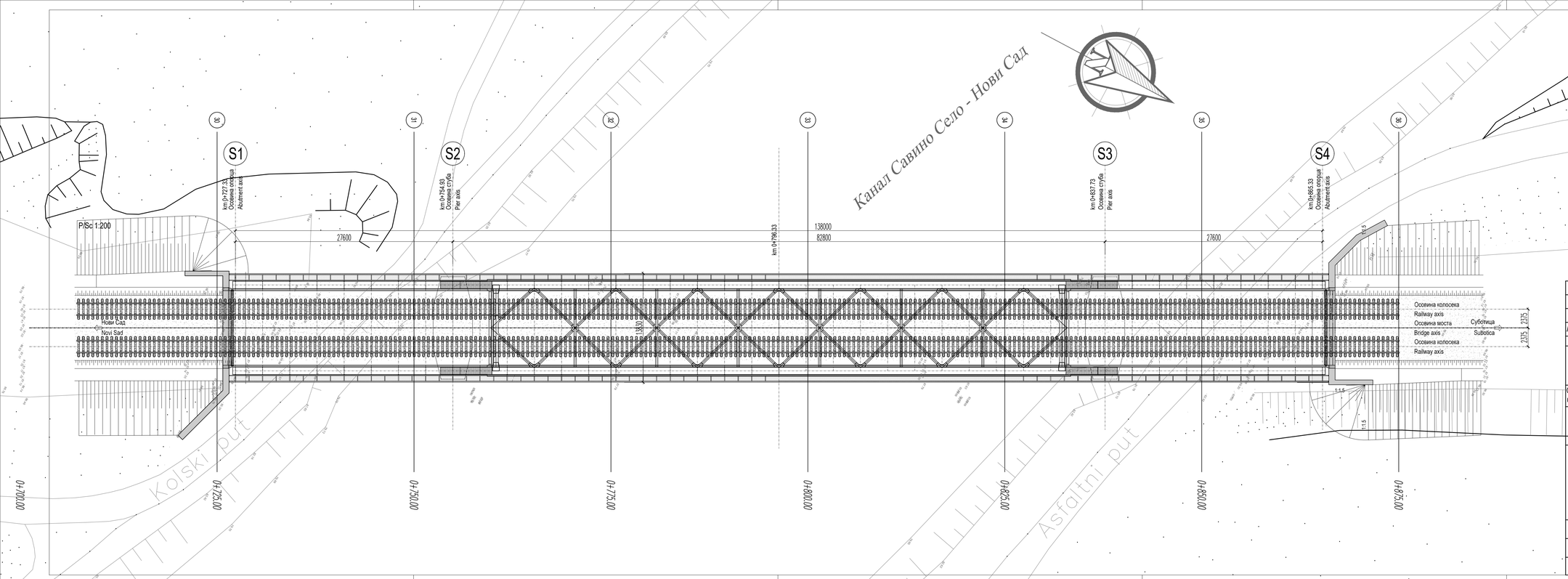
Срачунао: Calculated by:

Одговорни пројектант: Responsable designer:

Зоран Луковић, дипл. грађ. инж.
лиценца бр: 310 3032 03

Zoran Luković, grad. civ. eng.
Licence no.: 310 3032 03

2/1.1.5.7 ГРАФИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА



03		
02		
01		
Број/Number	*Датум* / Date	*Опис* / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

中国铁设 CRDC

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Зоран Луковић, дипл.грађ.инж
Лицена број: / License No.: 310 3032 03

Инвеститор пројекта: Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/V, Београд / Nemanjina Street 6/V, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer:
China Railway International Corporation Ltd.
No.10, Fuxing Road,Haidian District,Beijing
P.R China, 100044

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing
P.R China, 100088

Сарадници: / Associates:
Новак Веловић, дипл.грађ.инж
Нинослав Миленковић, дипл.грађ.инж
Ана Веловић, дипл.грађ.инж
Драган Микић, дипл.грађ.инж

Објекат:/Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (ХЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (ХЕЛЕБИЈА)
BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Део пројекта: / Part of Design:
ПРОЈЕКАТ КОНСТРУКЦИЈА / DESIGN OF CONSTRUCTION

2/1.1.5 Пројекат моста на км 0+796.33
2/1.1.5 Bridge at km 0+796.33

Унутрашња контрола: / Internal control:
Hou Jieping. Master & Shi Wei. Bachelor

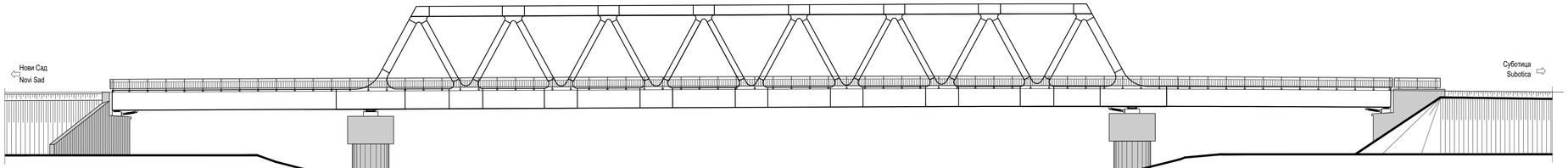
Главни пројектант: / Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Цртеж: Drawing:
СИТУАЦИОНИ ПЛАН
SITUATION PLAN

Размера: Scale: 1:250

Врста тех. док.: / Type of tech. docum.: ПГД / DCP
Датум:/date: 04.2021.
Цртеж бр./Drawing No.: 2020-001-ГС-2/1.1.5.Ц01



03		
02		
01		
Број/Number	*Датум* / Date	*Опис* / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

中国铁设 CRDC

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Зоран Луковић, дипл.грађ.инж
лиценца број: / license No.: *310 3032 03*

Сарадници: / Associates:
Новак Веловић, дипл.грађ.инж
Нинослав Миленковић, дипл.грађ.инж
Ана Веловић, дипл.грађ.инж
Драган Микић, дипл.грађ.инж

Инвеститор пројекта/ Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд; / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer:
中国铁路国际有限公司 CHINA RAILWAY International Co., Ltd.
China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing
P.R. China, 100044

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing
P.R. China, 100088

Објекат:/Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Део пројекта: / Part of Design:
ПРОЈЕКАТ КОНСТРУКЦИЈА / DESIGN OF CONSTRUCTION

2/1.1.5 Пројекат моста на км 0+796.33
2/1.1.5 Bridge at km 0+796.33

Унутрашња контрола:/ Internal control:
Hou Jieping. Master & Shi Wei. Bachelor

Главни пројектант: / Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

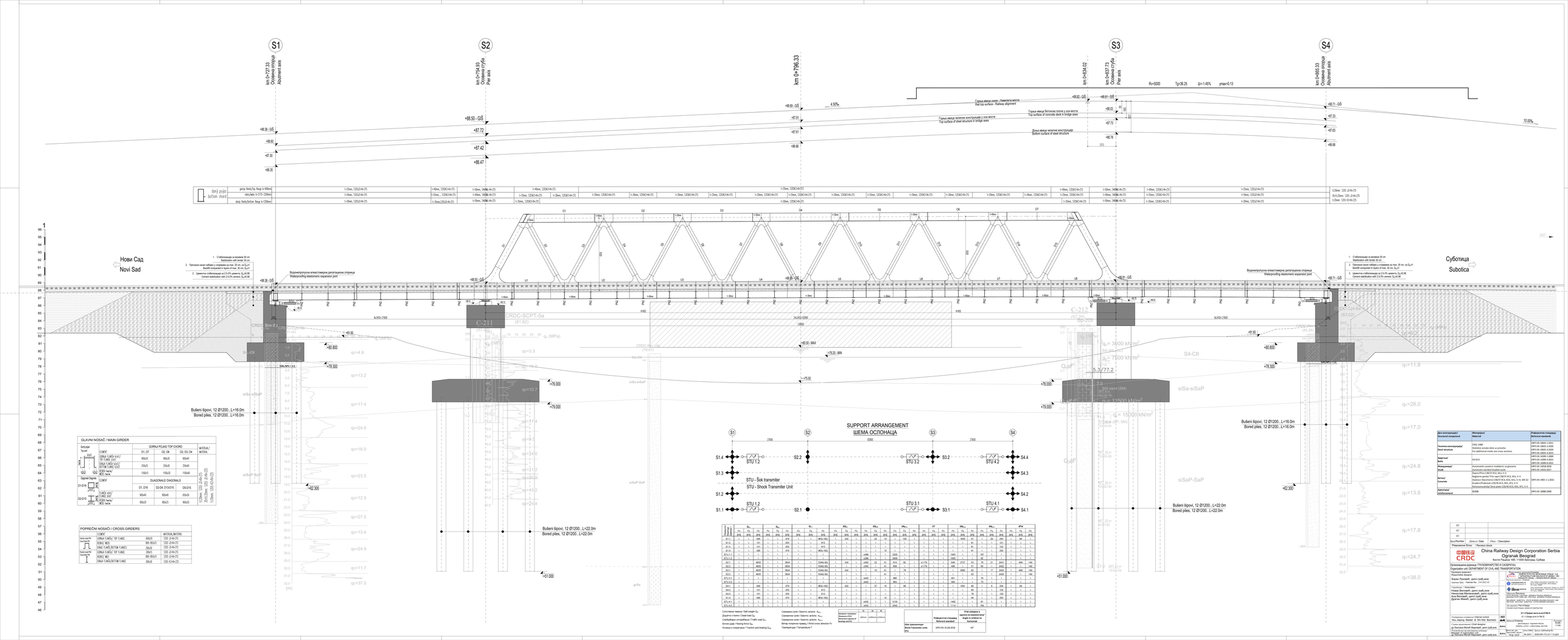
Цртеж/ Drawing:
ИЗГЛЕД МОСТА
SIDE VIEW

Размера:
Scale:
1:250

Врста тех. док.:
Type of tech. docum.:
ПГД / DCP

Датум/date:
04.2021.

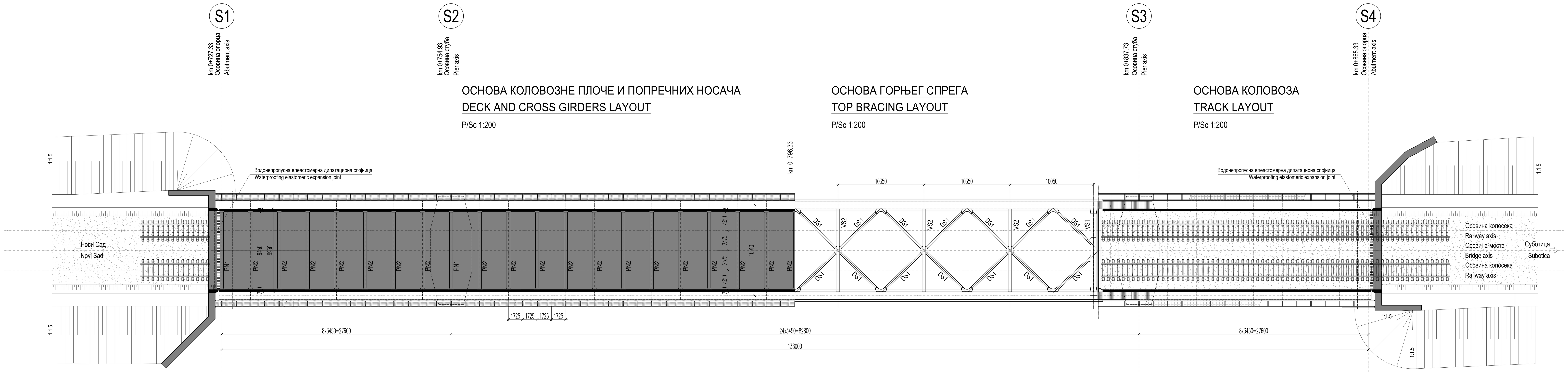
Цртеж бр/Drawing No.:
2020-001-ГС-2/1.1.5.Ц02


S1
km 0+727.33
Oporna stropnica
Abutment axis
S2
km 0+754.93
Oslonačka stub
Pier axis
km 0+796.33
S3
km 0+834.02
km 0+837.73
Oslonačka stub
Pier axis
S4
km 0+865.33
Oporna stropnica
Abutment axis
Nови Сад
Novi Sad
Суботица
Subotica
Horizontalna skala / Horizontal scale 1:500
Vertikalna skala / Vertical scale 1:100
GLAVNI NOSAČ / MAIN GIRDER
POPREČNI NOSAČI / CROSS GIRDERS
SUPPORT ARRANGEMENT
ШЕМА ОСЛОНАЦА
STU - Sok transmiter
STU - Shock Transmiter Unit
Bušeni šipovi, 12 Ø1200...L=16.0m
Bored piles, 12 Ø1200...L=16.0m
Bušeni šipovi, 12 Ø1200...L=22.0m
Bored piles, 12 Ø1200...L=22.0m
CRDC-SCPT-5a
C-211
C-212
CRDC-Bm-P2
CRDC-Bm-P3
Sil-CII
siSa-siSaP
siSaP-SaP
Sp-209
Sp-210
Sp-211
Sp-212
Sp-213
Sp-214
Sp-215
Sp-216
Sp-217
Sp-218
Sp-219
Sp-220
Sp-221
Sp-222
Sp-223
Sp-224
Sp-225
Sp-226
Sp-227
Sp-228
Sp-229
Sp-230
Sp-231
Sp-232
Sp-233
Sp-234
Sp-235
Sp-236
Sp-237
Sp-238
Sp-239
Sp-240
Sp-241
Sp-242
Sp-243
Sp-244
Sp-245
Sp-246
Sp-247
Sp-248

ОСНОВА КОЛОВОЗНЕ ПЛОЧЕ И ПОПРЕЧНИХ НОСАЧА
DECK AND CROSS GIRDERS LAYOUT
P/Sc 1:200

ОСНОВА ГОРЊЕГ СПРЕГА
TOP BRACING LAYOUT
P/Sc 1:200

ОСНОВА КОЛОВОЗА
TRACK LAYOUT
P/Sc 1:200



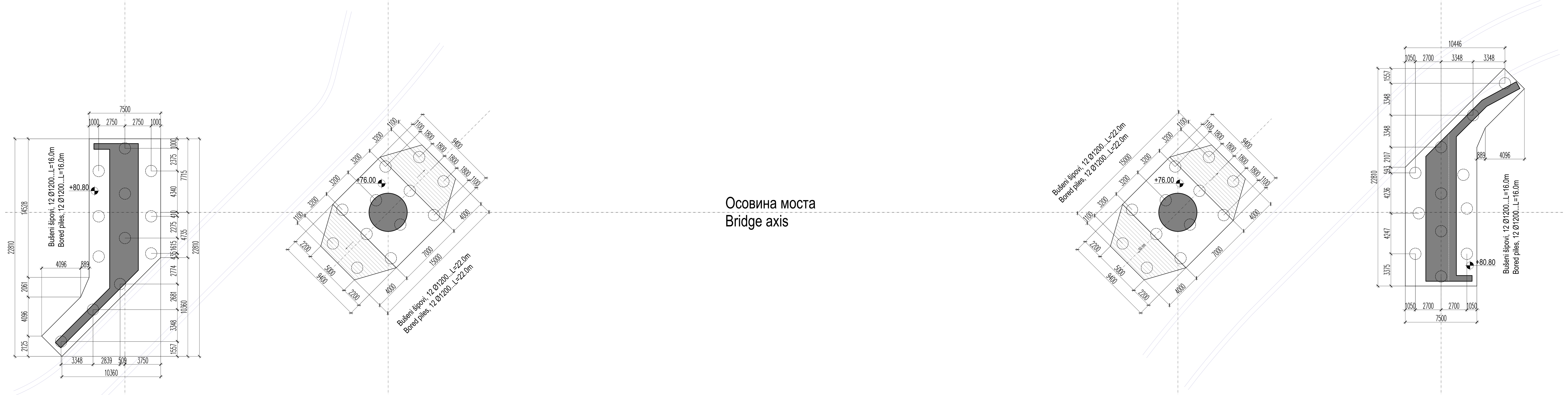
Део конструкције/ Structural component	Материјал/ Material	Референтни стандард/ Referent standards
Челична конструкција/ Steel structure	S355, S460 Dodatne oznake date uz preseka For additional marks see cross sections	SRPS EN 10025-1:2011 SRPS EN 10025-2:2020 SRPS EN 10025-3:2020 SRPS EN 10025-4:2013
Завртњи/ Bolts	HV10.9	SRPS EN 14399-1:2009 SRPS EN 14399-4:2015 SRPS EN 14399-6:2015
Мождаnици/ Studs	Automatski zavareni moždanici sa glavama Automatic welded headed studs	SRPS EN 13918:2018 SRPS EN 14555:2017
Бетон/ Concrete	Šipovi/Piles C30/37 XC2, XA1, V-II Naglavne grede/ Pile caps C30/37 XC2, XA1, V-II Stubovi/ Abutments C30/37 XC4, XD3, XA1, V-III, MS-S2 Kvaderi/Pedestals C35/45 XC3, XD1, XF1, V-II Kolovozna ploča/ Deck plate C35/45 XC3, XD1, XF1, V-II	SRPS EN 1992-1-1:2015
Арматура/ reinforcement	B500B	SRPS EN 10080:2008

ELEMENTI SPREGA / BRACING ELEMENTS

	ELEMENT		MATERIJAL/MATERIAL
Vertikala sprega VS1/ Bracing Vertical VS1	GORNJA FLANŠA/ TOP FLANGE	600x30	S355 J2+N+Z25
	REBRO/ WEB	1040x20	S355 J2+N+Z15
	DONJA FLANŠA/BOTTOM FLANGE	600x30	S355 J2+N+Z25
Vertikala sprega VS2/ Bracing Vertical VS2	IPB1(HEA)500		S355 J2+N
Dijagonala sprega DS1/ Bracing Diagonal DS1	GORNJA FLANŠA/ TOP FLANGE	300x15	S355 J2+N+Z15
	REBRO/ WEB	490x12	S355 J2+N+Z15
	DONJA FLANŠA/BOTTOM FLANGE	300x15	S355 J2+N+Z15

POPREČNI NOSAČI / CROSS GIRDERS

	ELEMENT		MATERIJAL/MATERIAL
Poprečni nosači PN1/ Cross Girders PN1	GORNJA FLANŠA/ TOP FLANGE	600x20	S355 J2+N+Z15
	REBRA/ WEBS	800-893x15	S355 J2+N+Z15
	DONJE FLANŠE/BOTTOM FLANGES	200x30	S355 J2+N+Z15
Poprečni nosači PN2/ Cross Girders PN2	GORNJA FLANŠA/ TOP FLANGE	300x15	S355 J2+N+Z15
	REBRO/ WEB	800-893x15	S355 J2+N+Z15
	DONJA FLANŠA/BOTTOM FLANGE	300x30	S355 K2+N+Z25



03		
02		
01		
Број/Number	Датум / Date	Опис / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант: Responsible designer:
Зоран Луковић, дипл.грађ.инж
лиценца број: / license No.: 310 3032 03

Сарадници: / Associates:
Новак Веловић, дипл.грађ.инж
Нинослав Миленковић, дипл.грађ.инж
Ана Веловић, дипл.грађ.инж
Драган Микић, дипл.грађ.инж

Унутрашња контрола:/ Internal control:
Hou Jieping. Master & Shi Wei. Bachelor

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Инвеститор пројекта/ Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer:
China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing
P.R China, 100844
China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing
P.R China, 100088

Објекат:/Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Део пројекта:/ Part of Design:
ПРОЈЕКАТ КОНСТРУКЦИЈА / DESIGN OF CONSTRUCTION

2/1.1.5 Пројекат моста на км 0+796.33
2/1.1.6 Bridge at km 0+796.33

Цртеж:Drawing:
ДИСПОЗИЦИЈА - OSNOVE
GENERAL LAYOUT - LAYOUTS

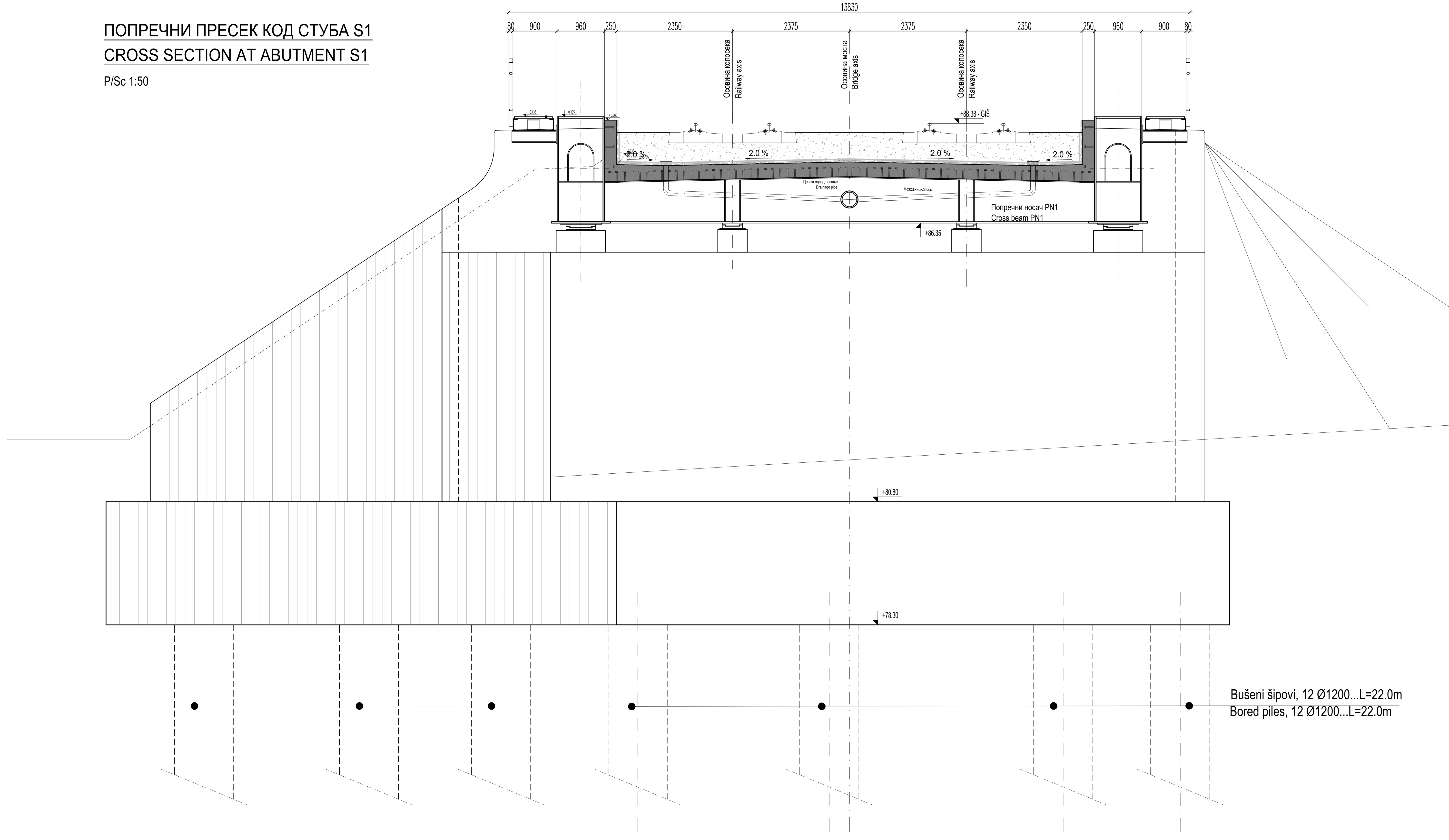
Размера: Scale: 1:200

Врста тех. док.: Type of tech. docum.: ПГД / DCP
датум/date: 04.2021.
Цртеж бр/Drawing No.: 2020-001-ГС-2/1.1.5.Ц04

ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК КОД СТУБА S1

CROSS SECTION AT ABUTMENT S1

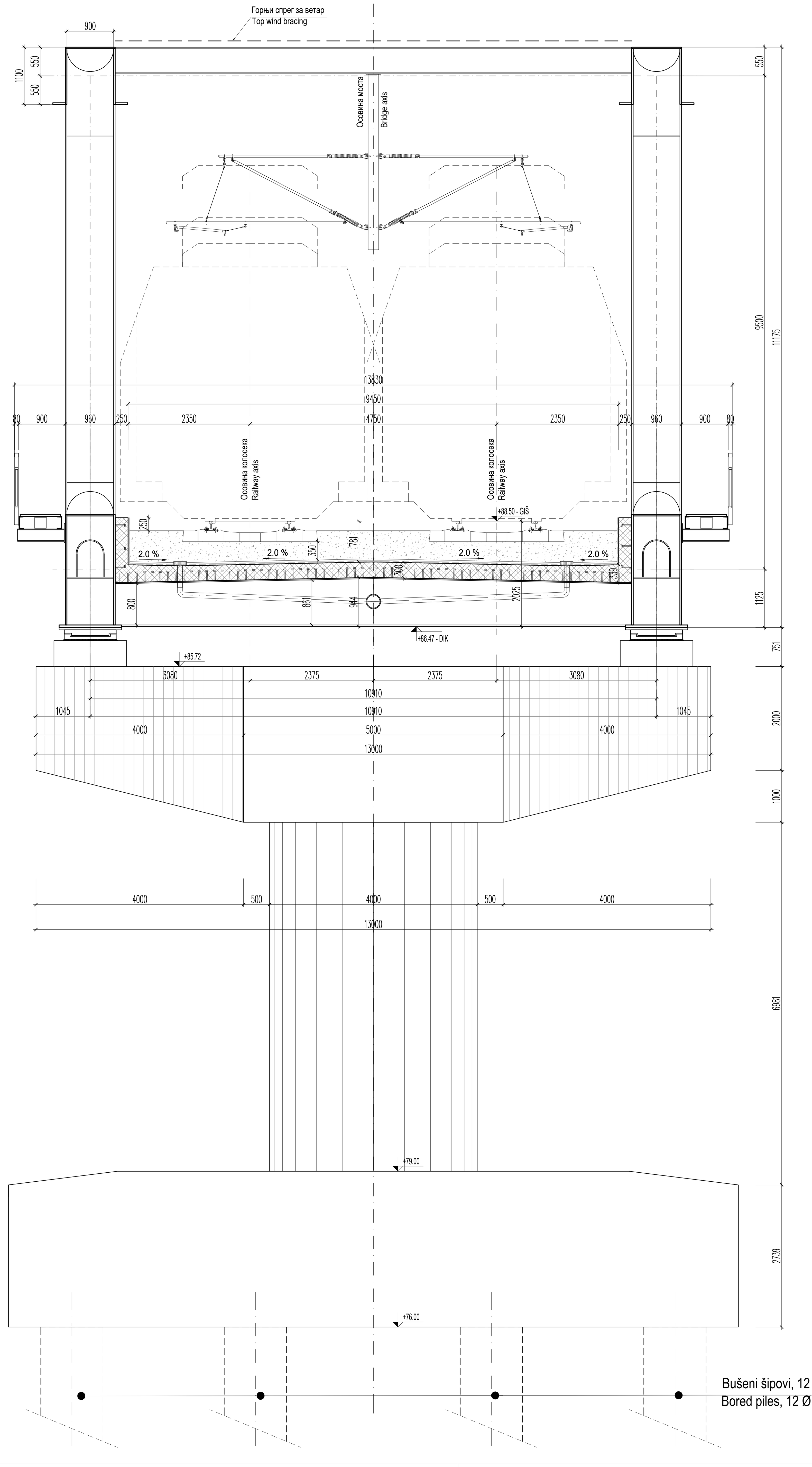
P/Sc 1:50

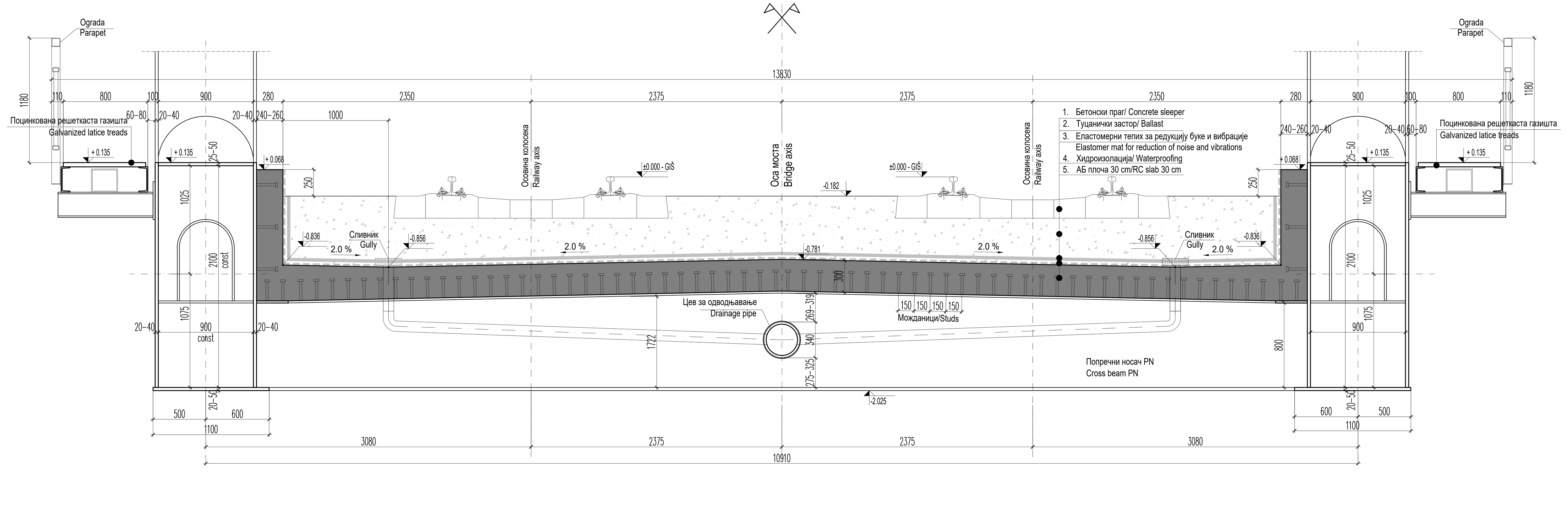


ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК КОД СТУБА S2

CROSS SECTION AT PIER S2

P/Sc 1:50





Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
03		
02		
01		

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант: Responsible designer:
Зоран Луковић, дипл.грађ.инж
лиценца број: / license No.: 310 3032 03

Сарадници: / Associates:
Новак Веловић, дипл.грађ.инж
Нинослав Миленковић, дипл.грађ.инж
Ана Веловић, дипл.грађ.инж
Драган Микић, дипл.грађ.инж

Инвеститор пројекта/ Investor: " ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д. / " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer:
China Railway International Corporation Ltd. No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing P.R China, 100844
China Communication Construction Company Ltd. (CCCC) No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing P.R China, 100088

Објекат:/Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Део пројекта:/ Part of Design:
ПРОЈЕКАТ КОНСТРУКЦИЈА / DESIGN OF CONSTRUCTION
2/1.1.5 Пројекат моста на км 0+796.33
2/1.1.5 Bridge at km 0+796.33

Унутрашња контрола:/ Internal control:
Hou Jieping. Master & Shi Wei. Bachelor

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Цртеж: Drawing: ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕЦИ / CROSS SECTIONS
Размера: Scale: 1:50

Врста тех. док.: Type of tech. docum.: ПГД / DCP
датум/date: 04.2021.
Цртеж бр/Drawing No.: 2020-001-ГС-2/1.1.5.Ц05